

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6177124号
(P6177124)

(45) 発行日 平成29年8月9日(2017.8.9)

(24) 登録日 平成29年7月21日(2017.7.21)

(51) Int.Cl.	F I
C O 7 D 209/86 (2006.01)	C O 7 D 209/86 C S P
H O 1 L 51/50 (2006.01)	H O 5 B 33/14 B
	H O 5 B 33/22 B

請求項の数 7 (全 47 頁)

(21) 出願番号	特願2013-271238 (P2013-271238)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成25年12月27日(2013.12.27)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2015-124207 (P2015-124207A)		神奈川県厚木市長谷398番地
(43) 公開日	平成27年7月6日(2015.7.6)	(72) 発明者	鈴木 将人
審査請求日	平成28年8月24日(2016.8.24)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
		(72) 発明者	濱田 孝夫
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
		(72) 発明者	濱田 俊樹
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
		(72) 発明者	尾坂 晴恵
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

最終頁に続く

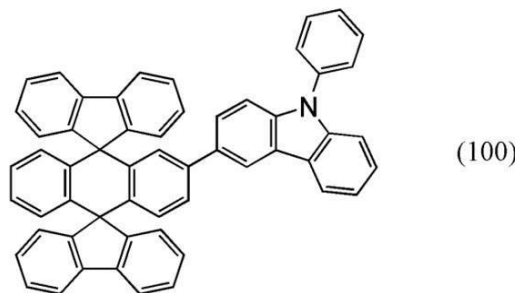
(54) 【発明の名称】 有機化合物、発光素子、発光装置、表示装置、照明装置及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

式(100)で表される有機化合物。

【化1】



【請求項2】

請求項1に記載の有機化合物を含む発光素子。

【請求項3】

請求項1に記載の有機化合物を正孔輸送層を含む発光素子。

【請求項4】

請求項2又は請求項3に記載の発光素子と、前記発光素子を制御する手段を備えた発光装置。

【請求項5】

請求項 2 又は請求項 3 に記載の発光素子を表示部に有し、前記発光素子を制御する手段を備えた表示装置。

【請求項 6】

請求項 2 又は請求項 3 に記載の発光素子を照明部に有し、前記発光素子を制御する手段を備えた照明装置。

【請求項 7】

請求項 2 又は請求項 3 に記載の発光素子を有する電子機器。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明の一態様は、有機化合物及び当該有機化合物を用いた発光素子、ディスプレイモジュール、照明モジュール、表示装置、発光装置、電子機器及び照明装置に関する。なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本明細書等で開示する発明の一態様の技術分野は、物、方法、または、製造方法に関するものである。または、本発明の一態様は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関するものである。そのため、より具体的に本明細書で開示する本発明の一態様の技術分野としては、半導体装置、表示装置、液晶表示装置、発光装置、照明装置、蓄電装置、記憶装置、それらの駆動方法、または、それらの製造方法、を一例として挙げることができる。

20

【背景技術】

【0002】

薄型軽量、入力信号に対する高速な応答性、低消費電力などのポテンシャルから、次世代の照明装置や表示装置として有機化合物を発光物質とする発光素子（有機 EL 素子）を用いた表示装置の開発が加速している。

【0003】

有機 EL 素子は電極間に発光層を挟んで電圧を印加することにより、電極から注入された電子およびホールが再結合して発光物質が励起状態となり、その励起状態が基底状態に戻る際に発光する。発光物質が発する光の波長はその発光物質特有のものであり、異なる種類の有機化合物を発光物質として用いることによって、様々な波長すなわち様々な色の発光を呈する発光素子を得ることができる。

30

【0004】

ディスプレイなど、画像を表示することを念頭においた表示装置の場合、フルカラーの映像を再現するためには、少なくとも赤、緑、青の 3 色の光を得ることが必要になる。また、照明装置として用いる場合は、高い演色性を得るために、可視光領域において満遍なく強度を有する光を得ることが理想的であるが、現実的には、異なる発光物質から得られる異なる波長の光を 2 種類以上合成することによって得られる光が照明用途として用いられることが多い。

【0005】

40

発光物質が発する光は、その物質固有のものであることを先に述べた。しかし、寿命や消費電力、そして発光効率まで、発光素子としてのその他の重要な性能は、発光を呈する物質のみに依存する訳ではなく、発光層以外の層や、素子構造、そして、発光中心物質とホスト材料との性質や相性、キャリアバランスなども大きく影響する。そのため、この分野の成熟をみるためには多くの種類の発光素子用材料が必要となることに間違いはない。このような理由により、様々な分子構造を有する発光素子用材料が提案されている（例えば特許文献 1 参照）。

【0006】

ところで、エレクトロルミネッセンスを利用した発光素子である場合、励起状態の生成割合は、一重項励起状態が 1 に対し、三重項励起状態が 3 であることが一般に知られてい

50

る。そのため、三重項励起状態を発光に変えることができるりん光材料を発光中心物質として用いた発光素子は、一重項励起状態を発光に変える蛍光材料を発光中心物質として用いた発光素子と比較して、効率の高い発光を得ることができる。

【0007】

ある物質における三重項励起状態は、当該物質における一重項励起状態よりもエネルギー的に小さい位置にあるため、同じ波長の蛍光を発する物質とりん光を発する物質を比較した場合、りん光を発する物質の方が広いバンドギャップを有する物質となる。

【0008】

ここで、ホスト-ゲスト型の発光層におけるホスト材料や、発光層に接する各輸送層を構成する物質は、励起エネルギーを効率よく発光中心物質からの発光に変えるために、発光中心物質よりも広いバンドギャップ若しくは高い三重項準位(三重項励起状態と一重項基底状態とのエネルギー差)を有する物質が用いられる。

10

【0009】

そのため、りん光発光を効率良く得るためには、非常に広いバンドギャップを有するホスト材料及びキャリア輸送材料が必要となる。しかし、駆動電圧や高い発光効率など発光素子における重要な特性に対する要求をバランスよく実現しつつ、それほど大きなバンドギャップを有する発光素子用材料となる物質を開発することは大変困難である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

20

【特許文献1】特開2007-15933号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明の一態様では、新規有機化合物を提供することを課題とする。または、本発明の他の一態様では、発光素子に用いることが可能な有機化合物を提供することを課題とする。または、本発明の他の一態様は三重項励起準位の高い有機化合物を提供することを課題とする。または、本発明の他の一態様は、耐熱性の高い有機化合物を提供することを課題とする。

【0012】

30

または、本発明の他の一態様は、新しい発光素子を提供することを課題とする。または、発光効率が高い発光素子を提供することを課題とする。または、消費電力の小さいディスプレイモジュール、照明モジュール、発光装置、表示装置、電子機器、及び照明装置を各々提供することを目的とする。

【0013】

本発明の一態様は上述の課題のうちいずれか一を解決すればよいものとする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の一態様では、ジスピロ[9H-フルオレン-9,9'(10H)-アントラセン-10',9''-(9H)フルオレン]骨格の2'位に9-アリアル-9H-カルバゾールの2位又は3位が結合した新規有機化合物を提供する。当該有機化合物は、有機電界発光素子を構成する材料として好適に用いることができる。特に、耐熱性が高く、且つT1準位が高いという特徴を有し、緑から青の比較的短波長なりん光発光を呈する発光素子に適している。

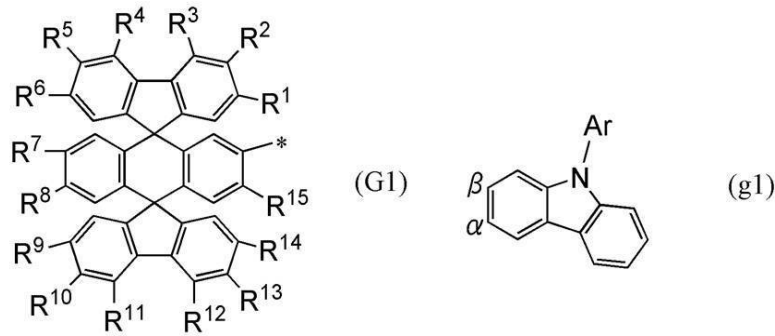
40

【0015】

すなわち、本発明の一態様は、下記一般式(G1)で表される有機化合物である。

【0016】

【化1】



10

【0017】

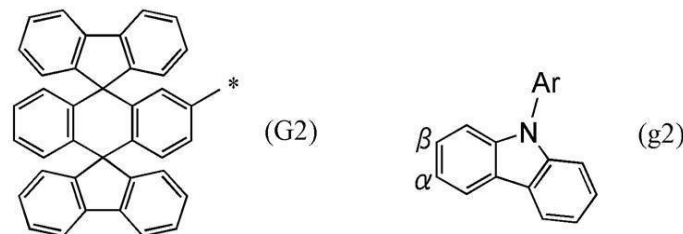
ただし、上記一般式 (G1) で表される有機化合物において、 R^1 乃至 R^{15} はそれぞれ独立に炭素数 1 乃至 6 のアルキル基又はフェニル基を表す。また上記一般式 (G1) で表される有機化合物は、* の位置において、上記一般式 (g1) で表される骨格の 又は が付された炭素と結合している。また、上記一般式 (g1) で表される骨格において、Ar はフェニル基又はビフェニル基を表す。

【0018】

また、本発明の他の一態様は、下記一般式 (G2) で表される有機化合物である。

【0019】

【化2】



20

【0020】

ただし、上記一般式 (G2) で表される有機化合物は、* の位置において、上記一般式 (g2) で表される骨格の 又は が付された炭素と結合している。また、上記一般式 (g2) で表される骨格において、Ar はフェニル基又はビフェニル基を表す。

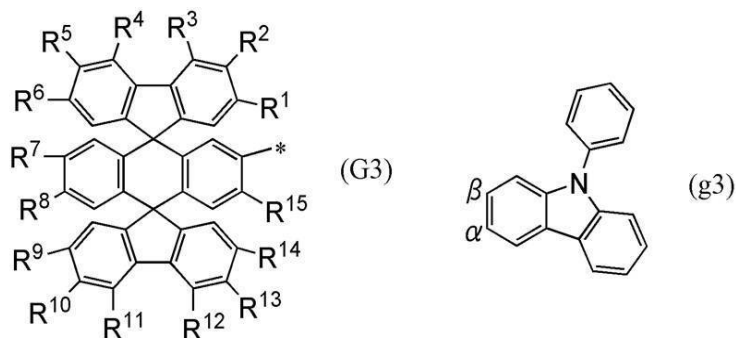
30

【0021】

また、本発明の他の一態様は、下記一般式 (G3) で表される有機化合物である。

【0022】

【化3】



40

【0023】

ただし、上記一般式 (G3) で表される有機化合物において、 R^1 乃至 R^{15} はそれぞれ独立に炭素数 1 乃至 6 のアルキル基又はフェニル基を表す。また、上記一般式 (G3) で表される有機化合物は、* の位置において、上記一般式 (g3) で表される骨格の 又は が付された炭素と結合している。

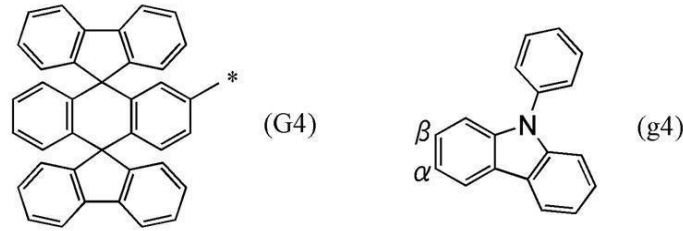
50

【 0 0 2 4 】

また、本発明の他の一態様は、下記一般式 (G 4) で表される有機化合物である。

【 0 0 2 5 】

【 化 4 】



10

【 0 0 2 6 】

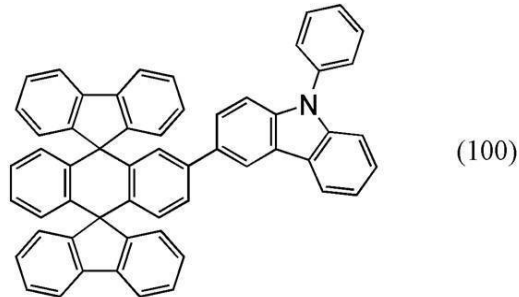
ただし、一般式 (G 4) で表される有機化合物は * の位置において、上記一般式 (g 4) で表される骨格の α または β が付された炭素と結合している。

【 0 0 2 7 】

また、本発明の他の一態様は、下記構造式 (1 0 0) で表される有機化合物である。

【 0 0 2 8 】

【 化 5 】



20

【 0 0 2 9 】

また、本発明の他の一態様は、上記有機化合物を含む発光素子である。

【 0 0 3 0 】

また、本発明の他の一態様は、上記有機化合物を電子輸送層に含む発光素子である。

30

【 0 0 3 1 】

また、本発明の一態様は、上記発光素子を有するディスプレイモジュールである。

【 0 0 3 2 】

また、本発明の一態様は、上記発光素子を有する照明モジュールである。

【 0 0 3 3 】

また、本発明の一態様は、上記発光素子と、発光素子を制御する手段を備えた発光装置である。

【 0 0 3 4 】

また、本発明の一態様は、上記発光素子を表示部に有し、発光素子を制御する手段を備えた表示装置である。

40

【 0 0 3 5 】

また、本発明の一態様は、上記発光素子を照明部に有し、発光素子を制御する手段を備えた照明装置である。

【 0 0 3 6 】

また、本発明の一態様は、上記発光素子を有する電子機器である。

【 0 0 3 7 】

なお、本明細書中における発光装置とは、発光素子を用いた画像表示デバイスを含む。また、発光素子にコネクタ、例えば異方導電性フィルム又は T C P (T a p e C a r r i e r P a c k a g e) が取り付けられたモジュール、T C P の先にプリント配線板が

50

設けられたモジュール、又は発光素子にCOG (Chip On Glass) 方式によりIC (集積回路) が直接実装されたモジュールは、発光装置を有する場合がある。さらに、照明器具等は、発光装置を有する場合がある。

【発明の効果】

【0038】

本発明の一態様では、新規有機化合物を提供することができる。または、本発明の他の一態様では、発光素子に用いることが可能な有機化合物を提供することができる。または、本発明の他の一態様は三重項励起準位の高い有機化合物を提供することができる。または、本発明の他の一態様は、耐熱性の高い有機化合物を提供することができる。

【0039】

または、本発明の他の一態様は、新しい発光素子、ディスプレイモジュール、照明モジュール、発光装置、表示装置、電子機器、及び照明装置を各々提供することができる。または、発光効率が高い発光素子を提供することができる。または、消費電力の小さいディスプレイモジュール、照明モジュール、発光装置、表示装置、電子機器、及び照明装置を各々提供することができる。

【0040】

本発明の一態様は上述の効果のうちいずれか一を奏すればよいものとする。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】発光素子の概念図。

【図2】アクティブマトリクス型発光装置の概念図。

【図3】アクティブマトリクス型発光装置の概念図。

【図4】アクティブマトリクス型発光装置の概念図。

【図5】パッシブマトリクス型発光装置の概念図。

【図6】照明装置を表す図。

【図7】電子機器を表す図。

【図8】光源装置を表す図。

【図9】照明装置を表す図。

【図10】照明装置を表す図。

【図11】車載表示装置及び照明装置を表す図。

【図12】電子機器を表す図。

【図13】2PCDFHAのNMRチャート。

【図14】発光素子1の輝度 - 電流効率特性。

【図15】発光素子1の輝度 - 外部量子効率特性。

【図16】発光素子1の発光スペクトル。

【図17】発光素子1の輝度 - 色度特性。

【図18】発光素子1の規格化輝度時間変化特性。

【図19】発光素子2の輝度 - 電流効率特性。

【図20】発光素子2の輝度 - 外部量子効率特性。

【図21】発光素子2の発光スペクトル。

【図22】発光素子2の輝度 - 色度特性。

【図23】本発明の一態様の有機化合物のスピン密度分布。

【発明を実施するための形態】

【0042】

以下、本発明の実施の態様について図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明の一態様は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明の一態様は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【0043】

有機電界発光素子に用いられる物質の耐熱性の指標の一つとなるT_gは、一般的に当該

10

20

30

40

50

物質の分子量が大きくなるほど上昇する傾向があることがわかっている。しかし、分子量の大きい分子は共役が広がりやすく、バンドギャップは狭くなりやすい。それに伴い、三重項励起準位（T₁準位）も小さくなるため、高いT_gと高いT₁準位を両立する物質を得ることは容易ではない。

【0044】

さらにT₁準位はバンドギャップだけでなく、HOMOとLUMOの重なり等、その他の要因にも影響を受け低下するため、高いT₁準位を有しつつ、T_gも高い物質を得ることは非常に困難である。

【0045】

その上で、当該物質には良好なキャリアの輸送性や発光性など、有機電界発光素子用の材料として求められる特性が必要となる。

10

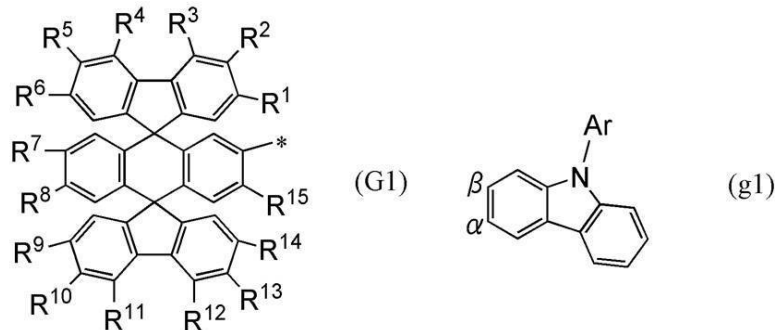
【0046】

本発明の一態様である有機化合物は、ジスピロ[9H-フルオレン-9,9'(10H)-アントラセン-10',9''-(9H)フルオレン]骨格の2'位に9-アリール-9H-カルバゾールの2位又は3位が結合した新規有機化合物を提供する。当該有機化合物は、有機電界発光素子を構成する材料として好適に用いることができる。特に、耐熱性が高く、且つT₁準位が高いという特徴を有し、緑から青の比較的短波長なりん光発光を呈する発光素子に適している。当該有機化合物は、下記一般式(G1)で表すことができる。

【0047】

20

【化6】



30

【0048】

但し、上記一般式(G1)で表される有機化合物において、R¹乃至R¹⁵はそれぞれ独立に炭素数1乃至6のアルキル基又はフェニル基を表す。また、上記一般式(G1)で表される有機化合物は*の位置において、上記一般式(g1)で表される骨格の 又は が付された炭素と結合している。また、一般式(g1)で表される骨格は、置換基を有していても良い。当該置換基としては炭素数1乃至6のアルキル基又はフェニル基を挙げることができる。

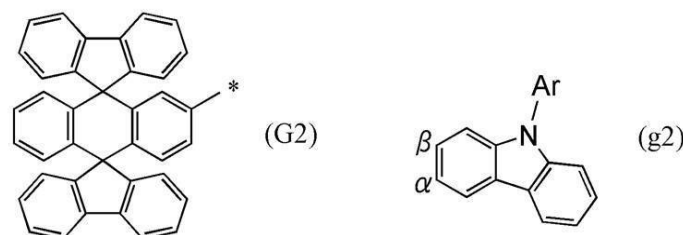
【0049】

または、本発明の一態様は、下記一般式(G2)で表される有機化合物である。

【0050】

40

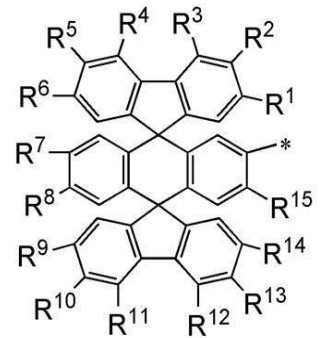
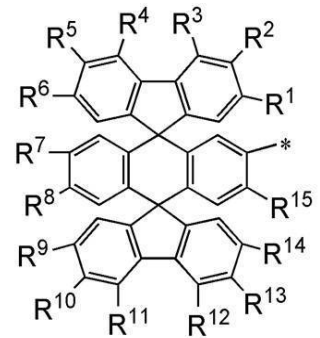
【化7】



【0051】

ただし、上記一般式(G2)で表される有機化合物は*の位置において、上記一般式

50

(g2) で表される骨格の  又は  が付された炭素と結合している。また、一般式 (g2) で表される骨格は、置換基を有していても良い。当該置換基としては炭素数 1 乃至 6 のアルキル基又はフェニル基を挙げることができる。

【0052】

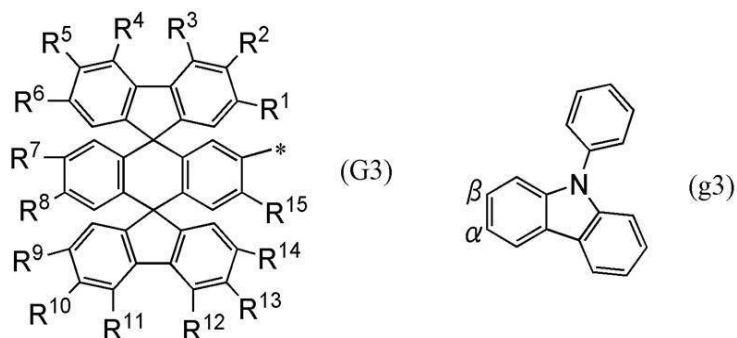
なお、上記一般式 (g1) 又は (g2) で表される骨格において、Ar は置換又は無置換のフェニル基又は置換又は無置換のビフェニル基を表す。Ar が置換基を有する場合、当該置換基としては、炭素数 1 乃至 6 のアルキル基が挙げられる。

【0053】

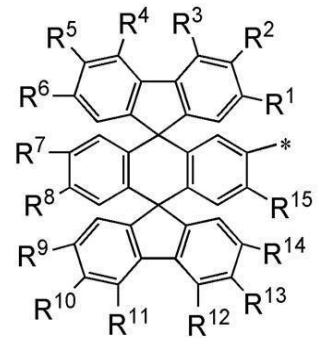
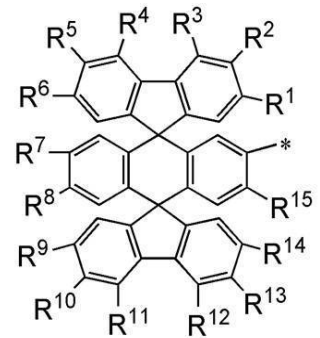
なお、上記一般式 (G1) 又は (G2) で表される有機化合物において、Ar はフェニル基であることが化学的安定性が高いため好ましい。すなわち、本発明の好ましい一態様は、下記一般式 (G3) で表される有機化合物である。

【0054】

【化8】



【0055】

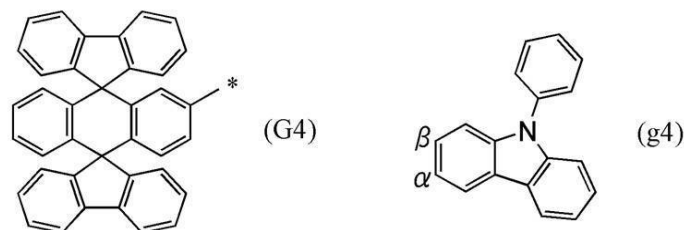
ただし、一般式 (G3) において、R¹ 乃至 R¹⁵ はそれぞれ独立に炭素数 1 乃至 6 のアルキル基又はフェニル基を表す。また、上記一般式 (G2) で表される有機化合物は * の位置において、上記一般式 (g2) で表される骨格の  又は  が付された炭素と結合している。また、一般式 (g3) で表される骨格は、置換基を有していても良い。当該置換基としては炭素数 1 乃至 6 のアルキル基又はフェニル基を挙げることができる。

【0056】

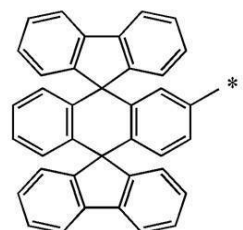
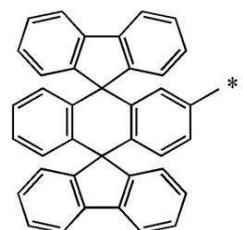
または、本発明の他の一態様は、下記一般式 (G4) で表される有機化合物である。

【0057】

【化9】



【0058】

ただし、一般式 (G4) で表される有機化合物は、* の位置において、上記一般式 (g4) で表される骨格の  又は  が付された炭素と結合している。また、一般式 (g4) で表される骨格は、置換基を有していても良い。当該置換基としては炭素数 1 乃至 6 のアルキル基又はフェニル基を挙げることができる。

【0059】

なお、上記一般式 (G1) 乃至 (G4) のいずれかで表される有機化合物の説明において、炭素数 1 乃至 6 のアルキル基の具体例としては、例えばメチル基、エチル基、n-プロピル基、iso-プロピル基、n-ブチル基、iso-ブチル基、sec-ブチル基、tert-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基及びシクロヘキシル基等を挙げることができ

10

20

30

40

50

る。アルキルキを含むと、有機溶剤などへの溶解性が向上し、精製が容易となり、好ましい。

【0060】

当該有機化合物は、正孔輸送性を有し、有機電界発光素子のホスト材料やキャリア輸送材料として好適に用いることができる。

【0061】

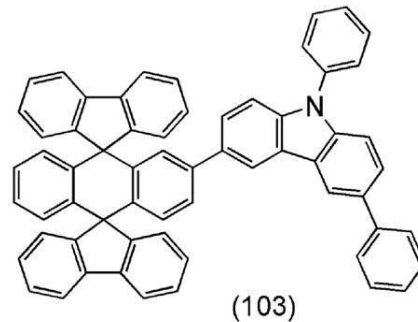
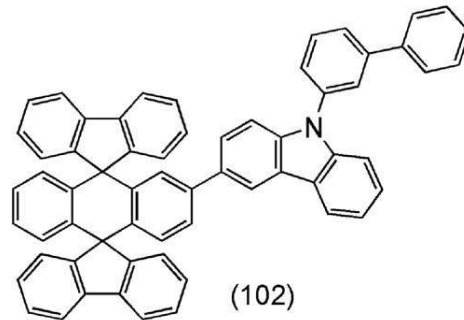
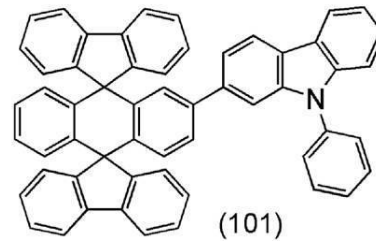
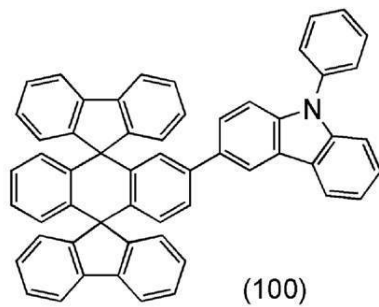
また、当該有機化合物はガラス転移温度 (T_g) が高いことから耐熱性が高いという特徴を有しつつ、 T_1 準位も高いという大きな特徴を有する。そのため、緑から青の比較的短波長なりん光発光を呈する発光素子に適している。

【0062】

以上のような構成を有する有機化合物の具体例としては、例えば、以下のようなものが挙げられる。なお、本発明の有機化合物は以下の例示に限られない。

【0063】

【化10】



【0064】

上述に示したような、本発明の一態様の有機化合物は、下記合成スキーム (f-1) 又は (f-2) で表されるように、ハロゲン化アントラセン化合物 (a1) とカルバゾールホウ素化合物 (a2) またはカルバゾールホウ素化合物 (a3) とをカップリングさせることで合成することができる。

【0065】

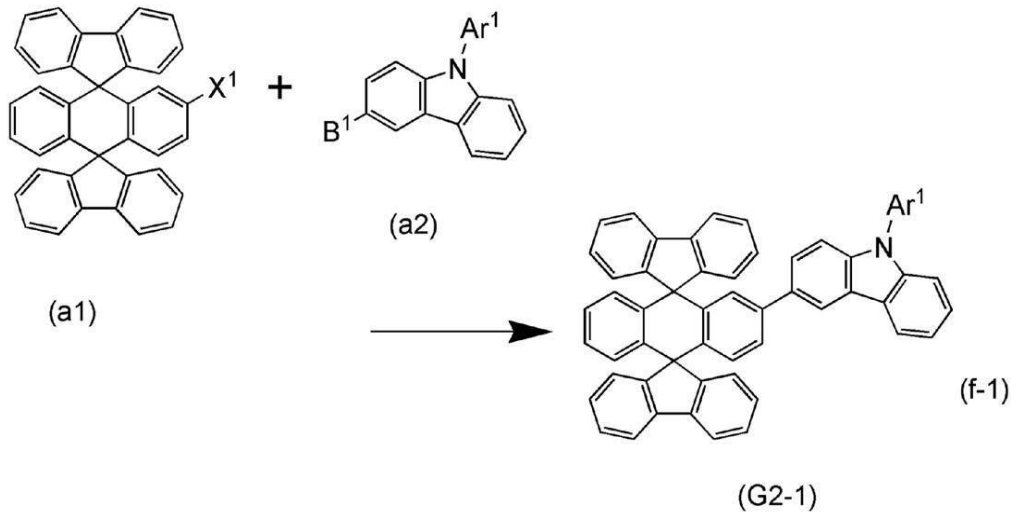
10

20

30

40

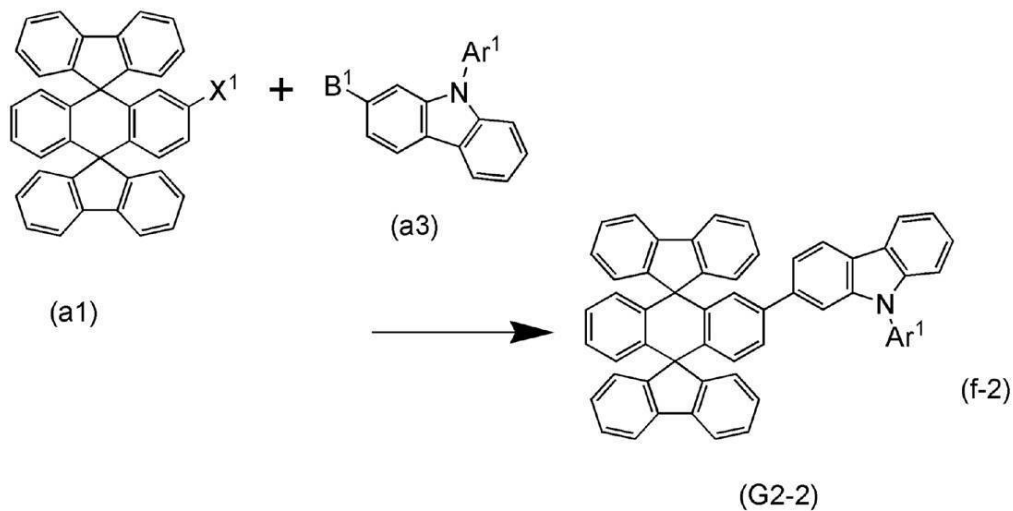
【化11】



10

【0066】

【化12】



20

30

【0067】

合成スキーム (f-1) 又は (f-2) において、 X^1 は、ハロゲンを表す。 X^1 は反応性の高さから、好ましくは臭素またはヨウ素、より好ましくはヨウ素を表す。 B^1 はボロン酸またはジアルコキシボロンを表す。 Ar^1 は置換または無置換のフェニルまたはピフェニル基を表す。

【0068】

なお前記スキーム (f-1) およびスキーム (f-2) のカップリング反応は様々な反応条件があるが、その一例として、塩基存在下にて金属触媒を用いた合成方法を適用することができる。代表的な反応例としては鈴木・宮浦反応を用いることができる。

40

【0069】

また、スキーム (f-1) およびスキーム (f-2) では、化合物 (a1) のハロゲン基 X^1 と、化合物 (a2) または化合物 (a3) のホウ素化合物基 B^1 とを反応させたが、化合物 (a1) がホウ素化合物、化合物 (a2) をハロゲン化物として (反応基 X^1 と B^1 とを逆にして) カップリングさせても、上記一般式 (G2) で表される有機化合物が得られる。なお、上記一般式 (G1) で表される有機化合物は (a1) として、さらに所望の置換基を有する化合物を用いればよい。

【0070】

以上、本発明の一態様である有機化合物の合成方法の一例について説明したが、本発明の一態様はこれに限定されることはなく、他のどのような合成方法によって合成されても

50

良い。

【0071】

発光素子

続いて、本発明の一態様である発光素子の例について図1(A)を用いて以下に説明する。

【0072】

本実施の形態における発光素子は、第1の電極101と、第2の電極102と、第1の電極101と第2の電極102との間に設けられたEL層103とから構成されている。なお、第1の電極101は陽極として機能し、第2の電極102は陰極として機能するものとして、以下説明をする。

10

【0073】

第1の電極101は陽極として機能するため、仕事関数の大きい(具体的には4.0eV以上)金属、合金、導電性化合物、およびこれらの混合物などを用いて形成することが好ましい。具体的には、例えば、酸化インジウム-酸化スズ(ITO: Indium Tin Oxide)、ケイ素若しくは酸化ケイ素を含有した酸化インジウム-酸化スズ、酸化インジウム-酸化亜鉛、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム(IWZO)等が挙げられる。これらの導電性金属酸化物膜は、通常スパッタリング法により成膜されるが、ゾル-ゲル法などを応用して作製しても構わない。作製方法の例としては、酸化インジウム-酸化亜鉛は、酸化インジウムに対し1乃至20wt%の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いてスパッタリング法により形成する方法などがある。また、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム(IWZO)は、酸化インジウムに対し酸化タングステンを0.5乃至5wt%、酸化亜鉛を0.1乃至1wt%含有したターゲットを用いてスパッタリング法により形成することもできる。この他、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タングステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)、または金属材料の窒化物(例えば、窒化チタン)等が挙げられる。グラフェンも用いることができる。なお、後述する複合材料をEL層103における第1の電極101と接する層に用いることで、仕事関数に関わらず、電極材料を選択することができるようになる。

20

【0074】

EL層103の積層構造については、当該積層構造のいずれかにジスピロ[9H-フルオレン-9,9'(10H)-アントラセン-10',9''-(9H)フルオレン]骨格の2'位に9-フェニル-9H-カルバゾールの2位又は3位が結合した新規有機化合物が含まれていることが好ましい。積層構造は、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層、キャリアブロック層、中間層等を適宜組み合わせることで構成することができる。本実施の形態では、EL層103は、第1の電極101の上に順に積層した正孔注入層111、正孔輸送層112、発光層113、電子輸送層114、電子注入層115を有する構成について説明する。各層を構成する材料の例について以下に具体的に示す。

30

【0075】

正孔注入層111は、正孔注入性の高い物質を含む層である。モリブデン酸化物やバナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等を用いることができる。この他、フタロシアニン(略称: H₂Pc)や銅フタロシアニン(CuPC)等のフタロシアニン系の化合物、4,4'-ビス[N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]ピフェニル(略称: DPAB)、N,N'-ビス{4-[ビス(3-メチルフェニル)アミノ]フェニル}-N,N'-ジフェニル-(1,1'-ピフェニル)-4,4'-ジアミン(略称: DNTPD)等の芳香族アミン化合物、或いはポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)/ポリ(スチレンスルホン酸)(PEDOT/ PSS)等の高分子等によっても正孔注入層111を形成することができる。

40

【0076】

また、正孔注入層111として、正孔輸送性の物質にアクセプター性物質を含有させた複合材料を用いることができる。なお、正孔輸送性の物質にアクセプター性物質を含有さ

50

せたものを用いることにより、電極の仕事関数に依らず電極を形成する材料を選ぶことができる。つまり、第1の電極101として仕事関数の大きい材料だけでなく、仕事関数の小さい材料も用いることができるようになる。アクセプター性物質としては、7,7,8,8-テトラシアノ-2,3,5,6-テトラフルオロキノジメタン(略称:F₄-TCNQ)、クロラニル等を挙げることができる。また、遷移金属酸化物を挙げることができる。また元素周期表における第4族乃至第8族に属する金属の酸化物を挙げることができる。具体的には、酸化バナジウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化クロム、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化マンガン、酸化レニウムは電子受容性が高いため好ましい。中でも特に、酸化モリブデンは大気中でも安定であり、吸湿性が低く、扱いやすいため好ましい。

10

【0077】

複合材料に用いる正孔輸送性の物質としては、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素、高分子化合物(オリゴマー、 dendroliマー、ポリマー等)など、種々の有機化合物を用いることができる。なお、複合材料に用いる有機化合物としては、正孔輸送性の高い有機化合物であることが好ましい。具体的には、 $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質であることが好ましい。以下では、複合材料における正孔輸送性の物質として用いることのできる有機化合物を具体的に列挙する。

【0078】

例えば、芳香族アミン化合物としては、N,N'-ジ(p-トリル)-N,N'-ジフェニル-p-フェレンジアミン(略称:DTDPPA)、4,4'-ビス[N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]ピフェニル(略称:DPAB)、N,N'-ビス{4-[ビス(3-メチルフェニル)アミノ]フェニル}-N,N'-ジフェニル-(1,1'-ピフェニル)-4,4'-ジアミン(略称:DNTPD)、1,3,5-トリス[N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]ベンゼン(略称:DPAB3)等を挙げることができる。

20

【0079】

複合材料に用いることのできるカルバゾール誘導体としては、具体的には、3-[N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N-フェニルアミノ]-9-フェニルカルバゾール(略称:PCzPCA1)、3,6-ビス[N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N-フェニルアミノ]-9-フェニルカルバゾール(略称:PCzPCA2)、3-[N-(1-ナフチル)-N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)アミノ]-9-フェニルカルバゾール(略称:PCzPCN1)等を挙げることができる。

30

【0080】

また、複合材料に用いることのできるカルバゾール誘導体としては、他に、4,4'-ジ(N-カルバゾリル)ピフェニル(略称:CBP)、1,3,5-トリス[4-(N-カルバゾリル)フェニル]ベンゼン(略称:TCPB)、9-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称:CzPA)、1,4-ビス[4-(N-カルバゾリル)フェニル]-2,3,5,6-テトラフェニルベンゼン等を用いることができる。

【0081】

また、複合材料に用いることのできる芳香族炭化水素としては、例えば、2-tert-ブチル-9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン(略称:t-BuDNA)、2-tert-ブチル-9,10-ジ(1-ナフチル)アントラセン、9,10-ビス(3,5-ジフェニルフェニル)アントラセン(略称:DPPA)、2-tert-ブチル-9,10-ビス(4-フェニルフェニル)アントラセン(略称:t-BuDBA)、9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン(略称:DNA)、9,10-ジフェニルアントラセン(略称:DPAnth)、2-tert-ブチルアントラセン(略称:t-BuAnth)、9,10-ビス(4-メチル-1-ナフチル)アントラセン(略称:DMNA)、2-tert-ブチル-9,10-ビス[2-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン、9,10-ビス[2-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン、2,3,6,7-

40

50

テトラメチル - 9, 10 - ジ (1 - ナフチル) アントラセン、 2, 3, 6, 7 - テトラメチル - 9, 10 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン、 9, 9' - ビアントリル、 10, 10' - ジフェニル - 9, 9' - ビアントリル、 10, 10' - ビス (2 - フェニルフェニル) - 9, 9' - ビアントリル、 10, 10' - ビス [(2, 3, 4, 5, 6 - ペンタフェニル) フェニル] - 9, 9' - ビアントリル、 アントラセン、 テトラセン、 ルブレン、 ペリレン、 2, 5, 8, 11 - テトラ (tert - ブチル) ペリレン等が挙げられる。また、この他、ペンタセン、コロネン等も用いることができる。このように、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有し、炭素数 14 から 42 である芳香族炭化水素を用いることがより好ましい。

【 0082 】

なお、複合材料に用いることのできる芳香族炭化水素は、ビニル骨格を有していてもよい。ビニル基を有している芳香族炭化水素としては、例えば、4, 4' - ビス (2, 2 - ジフェニルビニル) ビフェニル (略称 : DPVBi)、9, 10 - ビス [4 - (2, 2 - ジフェニルビニル) フェニル] アントラセン (略称 : DPVPA) 等が挙げられる。

【 0083 】

また、ポリ (N - ビニルカルバゾール) (略称 : PVK) やポリ (4 - ビニルトリフェニルアミン) (略称 : PVTPA)、ポリ [N - (4 - { N' - [4 - (4 - ジフェニルアミノ) フェニル] フェニル - N' - フェニルアミノ } フェニル) メタクリルアミド] (略称 : PTPDMA)、ポリ [N, N' - ビス (4 - ブチルフェニル) - N, N' - ビス (フェニル) ベンジジン] (略称 : Poly - TPD) 等の高分子化合物や、本発明の一態様であるジスピロ [9H - フルオレン - 9, 9' (10H) - アントラセン - 10', 9'' - (9H) フルオレン] 骨格の 2' 位に 9 - フェニル - 9H - カルバゾールの 2 位又は 3 位が結合した新規有機化合物を用いることもできる。

【 0084 】

このような正孔注入層を形成することによって、正孔の注入性が良好となり、駆動電圧の小さい発光素子を得ることが可能となる。

【 0085 】

正孔輸送層 112 は、正孔輸送性の物質を含む層であり、本発明の一態様の有機化合物であるジスピロ [9H - フルオレン - 9, 9' (10H) - アントラセン - 10', 9'' - (9H) フルオレン] 骨格の 2' 位に 9 - フェニル - 9H - カルバゾールの 2 位又は 3 位が結合した新規有機化合物を用いることが好ましい。当該有機化合物は、T1 準位が高く、且つ耐熱性の高い有機化合物であるため、緑から青色の比較的エネルギーの高いりん光を発する発光素子の構成材料として好適に用いることができる。当該有機化合物を用いることによって、良好な発光効率と耐熱性とを併せ持つ、緑から青色のりん光発光素子を得ることが容易となる。

【 0086 】

正孔輸送層として上記有機化合物を用いない場合、正孔輸送性の物質としては、例えば、4, 4' - ビス [N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル (略称 : NPB) や N, N' - ビス (3 - メチルフェニル) - N, N' - ジフェニル - [1, 1' - ビフェニル] - 4, 4' - ジアミン (略称 : TPD)、4, 4', 4'' - トリス (N, N - ジフェニルアミノ) トリフェニルアミン (略称 : TDATA)、4, 4', 4'' - トリス [N - (3 - メチルフェニル) - N - フェニルアミノ] トリフェニルアミン (略称 : MTDATA)、4, 4' - ビス [N - (スピロ - 9, 9' - ビフルオレン - 2 - イル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル (略称 : BSPB)、4 - フェニル - 4' - (9 - フェニルフルオレン - 9 - イル) トリフェニルアミン (略称 : BPAFLP) などの芳香族アミン化合物等を用いることができる。ここに述べた物質は、正孔輸送性が高く、主に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質である。また、上述の複合材料における正孔輸送性の物質として挙げた有機化合物も正孔輸送層 112 に用いることができる。また、ポリ (N - ビニルカルバゾール) (略称 : PVK) やポリ (4 - ビニルトリフェニルアミン) (略称 : PVTPA) 等の高分子化合物を用いることもできる。なお、正孔

10

20

30

40

50

輸送性の物質を含む層は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層したものとしてもよい。また、複数の材料が混合したものでもよい。

【0087】

発光層113は、蛍光発光物質含み蛍光発光を呈する層であっても、りん光発光物質を含み蛍光発光を呈する層、熱活性化遅延蛍光(TADF)を示す材料(TADF材料)を含みTADFを呈する層であってもいずれでも構わない。また、単層であっても、異なる発光物質が含まれる複数を層からなっても良い。

【0088】

発光層113において、蛍光発光物質として用いることが可能な材料としては、例えば以下のようなものが挙げられる。また、これら以外の蛍光発光物質も用いることができる。

【0089】

5, 6 - ビス [4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) フェニル] - 2, 2' - ビピリジン (略称 : P A P 2 B P y)、5, 6 - ビス [4' - (10 - フェニル - 9 - アントリル) ビフェニル - 4 - イル] - 2, 2' - ビピリジン (略称 : P A P P 2 B P y)、N, N' - ビス [4 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] - N, N' - ジフェニル - ピレン - 1, 6 - ジアミン (略称 : 1, 6 F L P A P r n)、N, N' - ビス (3 - メチルフェニル) - N, N' - ビス [3 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] - ピレン - 1, 6 - ジアミン (略称 : 1, 6 m M e m F L P A P r n)、N, N' - ビス [4 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) フェニル] - N, N' - ジフェニルスチルベン - 4, 4' - ジアミン (略称 : Y G A 2 S)、4 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) - 4' - (10 - フェニル - 9 - アントリル) トリフェニルアミン (略称 : Y G A P A)、4 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) - 4' - (9, 10 - ジフェニル - 2 - アントリル) トリフェニルアミン (略称 : 2 Y G A P P A)、N, 9 - ジフェニル - N - [4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) フェニル] - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : P C A P A)、ペリレン、2, 5, 8, 11 - テトラ - t e r t - ブチルペリレン (略称 : T B P)、4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) - 4' - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称 : P C B A P A)、N, N' - (2 - t e r t - ブチルアントラセン - 9, 10 - ジイルジ - 4, 1 - フェニレン) ビス [N, N', N' - トリフェニル - 1, 4 - フェニレンジアミン] (略称 : D P A B P A)、N, 9 - ジフェニル - N - [4 - (9, 10 - ジフェニル - 2 - アントリル) フェニル] - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : 2 P C A P P A)、N - [4 - (9, 10 - ジフェニル - 2 - アントリル) フェニル] - N, N', N' - トリフェニル - 1, 4 - フェニレンジアミン (略称 : 2 D P A P P A)、N, N, N', N', N', N', N', N' - オクタフェニルジベンゾ [g, p] クリセン - 2, 7, 10, 15 - テトラアミン (略称 : D B C 1)、クマリン 30、N - (9, 10 - ジフェニル - 2 - アントリル) - N, 9 - ジフェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : 2 P C A P A)、N - [9, 10 - ビス (1, 1' - ビフェニル - 2 - イル) - 2 - アントリル] - N, 9 - ジフェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : 2 P C A B P h A)、N - (9, 10 - ジフェニル - 2 - アントリル) - N, N', N' - トリフェニル - 1, 4 - フェニレンジアミン (略称 : 2 D P A P A)、N - [9, 10 - ビス (1, 1' - ビフェニル - 2 - イル) - 2 - アントリル] - N, N', N' - トリフェニル - 1, 4 - フェニレンジアミン (略称 : 2 D P A B P h A)、9, 10 - ビス (1, 1' - ビフェニル - 2 - イル) - N - [4 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) フェニル] - N - フェニルアントラセン - 2 - アミン (略称 : 2 Y G A B P h A)、N, N, 9 - トリフェニルアントラセン - 9 - アミン (略称 : D P h A P h A) クマリン 545 T、N, N' - ジフェニルキナクリドン、(略称 : D P Q d)、ルブレン、5, 12 - ビス (1, 1' - ビフェニル - 4 - イル) - 6, 11 - ジフェニルテトラセン (略称 : B P T)、2 - (2 - { 2 - [4 - (ジメチルアミノ) フェニル] エテニル } - 6 - メチル - 4 H - ピラン - 4 - イリデン) プロパンジニトリル (略称 : D C M 1)、2 - { 2 - メ

10

20

30

40

50

チル - 6 - [2 - (2 , 3 , 6 , 7 - テトラヒドロ - 1 H , 5 H - ベンゾ [i j] キノリジン - 9 - イル) エテニル] - 4 H - ピラン - 4 - イリデン } プロパンジニトリル (略称 : D C M 2) 、 N , N , N ' , N ' - テトラキス (4 - メチルフェニル) テトラセン - 5 , 1 1 - ジアミン (略称 : p - m P h T D) 、 7 , 1 4 - ジフェニル - N , N , N ' , N ' - テトラキス (4 - メチルフェニル) アセナフト [1 , 2 - a] フルオランテン - 3 , 1 0 - ジアミン (略称 : p - m P h A F D) 、 2 - { 2 - イソプロピル - 6 - [2 - (1 , 1 , 7 , 7 - テトラメチル - 2 , 3 , 6 , 7 - テトラヒドロ - 1 H , 5 H - ベンゾ [i j] キノリジン - 9 - イル) エテニル] - 4 H - ピラン - 4 - イリデン } プロパンジニトリル (略称 : D C J T I) 、 2 - { 2 - tert - プチル - 6 - [2 - (1 , 1 , 7 , 7 - テトラメチル - 2 , 3 , 6 , 7 - テトラヒドロ - 1 H , 5 H - ベンゾ [i j] キノリジン - 9 - イル) エテニル] - 4 H - ピラン - 4 - イリデン } プロパンジニトリル (略称 : D C J T B) 、 2 - (2 , 6 - ビス { 2 - [4 - (ジメチルアミノ) フェニル] エテニル } - 4 H - ピラン - 4 - イリデン) プロパンジニトリル (略称 : B i s D C M) 、 2 - { 2 , 6 - ビス [2 - (8 - メトキシ - 1 , 1 , 7 , 7 - テトラメチル - 2 , 3 , 6 , 7 - テトラヒドロ - 1 H , 5 H - ベンゾ [i j] キノリジン - 9 - イル) エテニル] - 4 H - ピラン - 4 - イリデン } プロパンジニトリル (略称 : B i s D C J T M) などが挙げられる。特に、1,6FLPAPrnや1,6mMemFLPAPrnのようなピレンジアミン化合物に代表される縮合芳香族ジアミン化合物は、ホールトラップ性が高く、発光効率や信頼性に優れているため好ましい。

10

【 0 0 9 0 】

20

発光層 1 1 3 において、りん光発光物質として用いることが可能な材料としては、例えば以下のようなものが挙げられる。また、これら以外のりん光発光物質も用いることができる。

【 0 0 9 1 】

トリス { 2 - [5 - (2 - メチルフェニル) - 4 - (2 , 6 - ジメチルフェニル) - 4 H - 1 , 2 , 4 - トリアゾール - 3 - イル - N 2] フェニル - C } イリジウム (I I I) (略称 : [I r (m p p t z - d m p) 3]) 、 トリス (5 - メチル - 3 , 4 - ジフェニル - 4 H - 1 , 2 , 4 - トリアゾラト) イリジウム (I I I) (略称 : [I r (M p t z) 3]) 、 トリス [4 - (3 - ビフェニル) - 5 - イソプロピル - 3 - フェニル - 4 H - 1 , 2 , 4 - トリアゾラト] イリジウム (I I I) (略称 : [I r (i P r p t z - 3 b) 3]) のような 4 H - トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、トリス [3 - メチル - 1 - (2 - メチルフェニル) - 5 - フェニル - 1 H - 1 , 2 , 4 - トリアゾラト] イリジウム (I I I) (略称 : [I r (M p t z 1 - m p) 3]) 、 トリス (1 - メチル - 5 - フェニル - 3 - プロピル - 1 H - 1 , 2 , 4 - トリアゾラト) イリジウム (I I I) (略称 : [I r (P r p t z 1 - M e) 3]) のような 1 H - トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、fac - トリス [(1 - 2 , 6 - ジイソプロピルフェニル) - 2 - フェニル - 1 H - イミダゾール] イリジウム (I I I) (略称 : [I r (i P r p m i) 3]) 、 トリス [3 - (2 , 6 - ジメチルフェニル) - 7 - メチルイミダゾ [1 , 2 - f] フェナントリジナト] イリジウム (I I I) (略称 : [I r (d m p i m p t - M e) 3]) のようなイミダゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、ビス [2 - (4 ' , 6 ' - ジフルオロフェニル) ピリジナト - N , C 2 '] イリジウム (I I I) テトラキス (1 - ピラゾリル) ポラート (略称 : F I r 6) 、 ビス [2 - (4 ' , 6 ' - ジフルオロフェニル) ピリジナト - N , C 2 '] イリジウム (I I I) ピコリナート (略称 : F I r p i c) 、 ビス { 2 - [3 ' , 5 ' - ビス (トリフルオロメチル) フェニル] ピリジナト - N , C 2 ' } イリジウム (I I I) ピコリナート (略称 : [I r (C F 3 p p y) 2 (p i c)]) 、 ビス [2 - (4 ' , 6 ' - ジフルオロフェニル) ピリジナト - N , C 2 '] イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称 : F I r a c a c) のような電子吸引基を有するフェニルピリジン誘導体を配位子とする有機金属イリジウム錯体が挙げられる。これらは青色のりん光発光を示す化合物であり、440nmから520nmに発光のピークを有する化合物である。

30

40

50

【0092】

また、トリス(4-メチル-6-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(mppm)₃])、トリス(4-t-ブチル-6-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(tBuppm)₃])、(アセチルアセトナト)ビス(6-メチル-4-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(mppm)₂(cac)])、(アセチルアセトナト)ビス(6-tert-ブチル-4-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(tBuppm)₂(cac)])、(アセチルアセトナト)ビス[6-(2-ノルボルニル)-4-フェニルピリミジナト]イリジウム(III)(略称: [Ir(nbuppm)₂(cac)])、(アセチルアセトナト)ビス[5-メチル-6-(2-メチルフェニル)-4-フェニルピリミジナト]イリジウム(III)(略称: [Ir(mppm)₂(cac)])、(アセチルアセトナト)ビス(4,6-ジフェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(dppm)₂(cac)])のようなピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、(アセチルアセトナト)ビス(3,5-ジメチル-2-フェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(mppr-Me)₂(cac)])、(アセチルアセトナト)ビス(5-イソプロピル-3-メチル-2-フェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(mppr-iPr)₂(cac)])のようなピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、トリス(2-フェニルピリジナト-N, C^{2'})イリジウム(III)(略称: [Ir(ppy)₃])、ビス(2-フェニルピリジナト-N, C^{2'})イリジウム(III)アセチルアセトナト(略称: [Ir(ppy)₂(cac)])、ビス(ベンゾ[h]キノリナト)イリジウム(III)アセチルアセトナト(略称: [Ir(bzq)₂(cac)])、トリス(ベンゾ[h]キノリナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(bzq)₃])、トリス(2-フェニルキノリナト-N, C^{2'})イリジウム(III)(略称: [Ir(pq)₃])、ビス(2-フェニルキノリナト-N, C^{2'})イリジウム(III)アセチルアセトナト(略称: [Ir(pq)₂(cac)])のようなピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体の他、トリス(アセチルアセトナト)(モノフェナントロリン)テルビウム(III)(略称: [Tb(cac)₃(Phen)])のような希土類金属錯体が挙げられる。これらは主に緑色のりん光発光を示す化合物であり、500nm乃至600nmに発光のピークを有する。なお、ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体は、信頼性や発光効率にも際だって優れるため、特に好ましい。

【0093】

また、(ジイソブチリルメタナト)ビス[4,6-ビス(3-メチルフェニル)ピリミジナト]イリジウム(III)(略称: [Ir(5mdppm)₂(dibm)])、ビス[4,6-ビス(3-メチルフェニル)ピリミジナト](ジピバロイルメタナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(5mdppm)₂(dpm)])、ビス[4,6-ジ(ナフタレン-1-イル)ピリミジナト](ジピバロイルメタナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(d1npm)₂(dpm)])のようなピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、(アセチルアセトナト)ビス(2,3,5-トリフェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(tppr)₂(cac)])、ビス(2,3,5-トリフェニルピラジナト)(ジピバロイルメタナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(tppr)₂(dpm)])、(アセチルアセトナト)ビス[2,3-ビス(4-フルオロフェニル)キノキサリナト]イリジウム(III)(略称: [Ir(Fdpq)₂(cac)])のようなピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、トリス(1-フェニルイソキノリナト-N, C^{2'})イリジウム(III)アセチルアセトナト(略称: [Ir(piq)₃])、ビス(1-フェニルイソキノリナト-N, C^{2'})イリジウム(III)(略称: [Ir(piq)₂(cac)])のようなピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体の他、2,3,7,8,12,13,17,18-オクタエチル-21H,23H-ポルフィリン白金(II)(略称: PtOEP)のような白金錯体や、トリス(1,3-ジフェニル-1,3-プロパンジオナト)(モノ

10

20

30

40

50

フェナントロリン)ユーロピウム(III)(略称:[Eu(DBM)₃(Phen)]
)、トリス[1-(2-テノイル)-3,3,3-トリフルオロアセトナト](モノフェ
 ナントロリン)ユーロピウム(III)(略称:[Eu(TTA)₃(Phen)])の
 ような希土類金属錯体が挙げられる。これらは、赤色のりん光発光を示す化合物であり、
 600nmから700nmに発光のピークを有する。また、ピラジン骨格を有する有機金
 属イリジウム錯体は、色度の良い赤色発光が得られる。

【0094】

TADF材料としては以下のようなものを用いることができる。

【0095】

フラレン及びその誘導体、プロフラビン等のアクリジン誘導体、エオシン等。またマ
 グネシウム(Mg)、亜鉛(Zn)、カドミウム(Cd)、スズ(Sn)、白金(Pt)
 、インジウム(In)、もしくはパラジウム(Pd)等を含む金属含有ポルフィリン。該
 金属含有ポルフィリンとしては、例えば、以下の構造式に示されるプロトポルフィリン-
 フッ化スズ錯体(SnF₂(Proto IX))、メソポルフィリン-フッ化スズ錯体
 (SnF₂(Meso IX))、ヘマトポルフィリン-フッ化スズ錯体(SnF₂(H
 emato IX))、コプロポルフィリンテトラメチルエステル-フッ化スズ錯体(S
 nF₂(Copro III-4Me))、オクタエチルポルフィリン-フッ化スズ錯体
 (SnF₂(OEP))、エチオポルフィリン-フッ化スズ錯体(SnF₂(Eti
 o I))、オクタエチルポルフィリン-塩化白金錯体(PtCl₂OEP)等も挙げられる

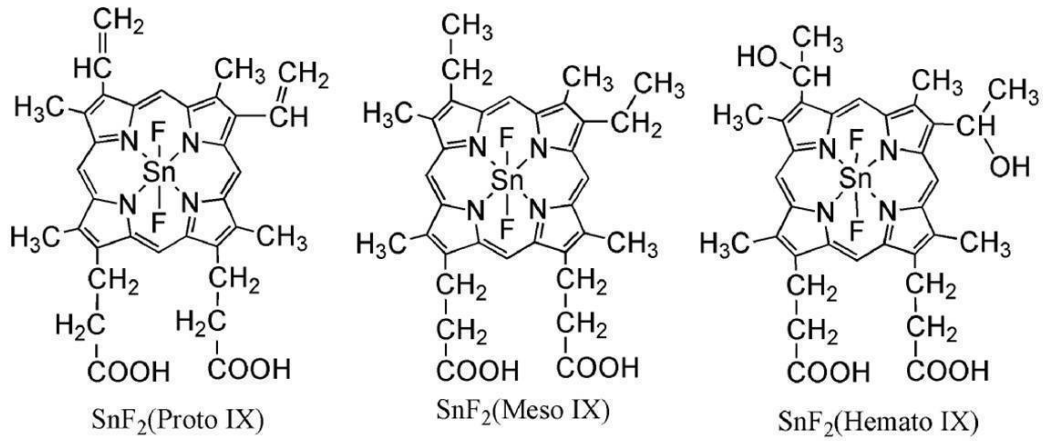
10

。

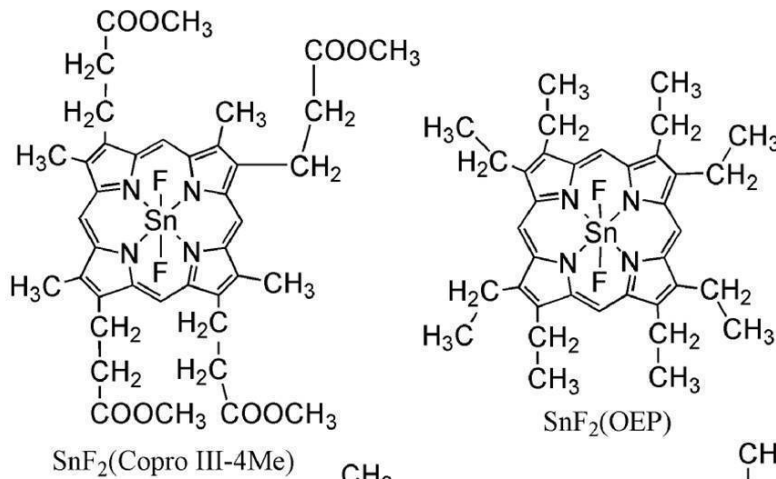
20

【0096】

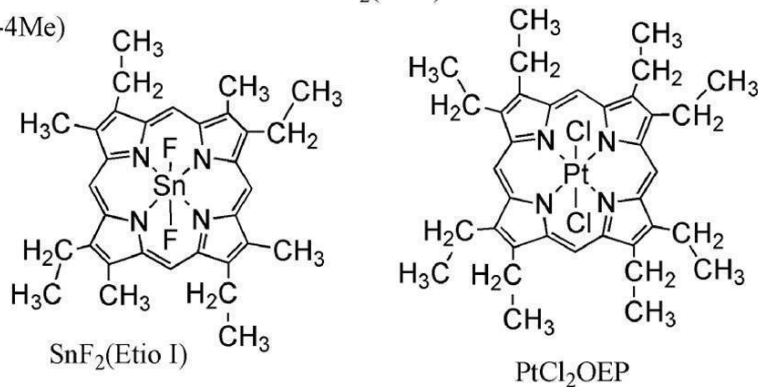
【化13】



10



20



30

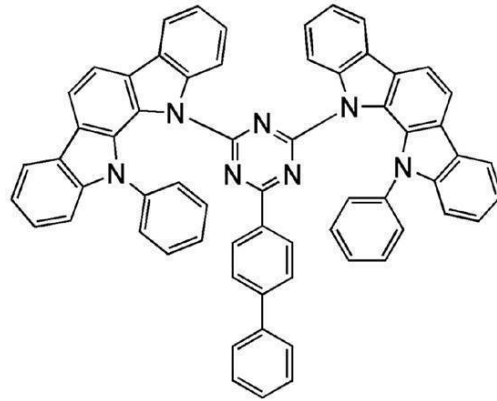
【0097】

また、以下の構造式に示される2-ピフェニル-4,6-ビス(12-フェニルインドロ[2,3-a]カルbazール-11-イル)-1,3,5-トリアジン(PIC-TRZ)等の電子過剰型複素芳香環及び電子不足型複素芳香環を有する複素環化合物も用いることができる。該複素環化合物は、電子過剰型複素芳香環及び電子不足型複素芳香環を有するため、電子輸送性及び正孔輸送性が高く、好ましい。なお、電子過剰型複素芳香環と電子不足型複素芳香環とが直接結合した物質は、電子過剰型複素芳香環のドナー性と電子不足型複素芳香環のアクセプター性が共に強くなり、S₁準位とT₁準位のエネルギー差が小さくなるため、特に好ましい。

40

【0098】

【化14】



PIC-TRZ

10

【0099】

発光層のホスト材料として、は本発明の一態様であるジスピロ〔9H-フルオレン-9,9'(10H)-アントラセン-10',9''-(9H)フルオレン〕骨格の2'位に9-フェニル-9H-カルバゾールの2位又は3位が結合した新規有機化合物を用いることが好ましい。

【0100】

当該有機化合物は、T_gが高いため、耐熱性の良好な発光素子を得ることが容易である。また、加えてT₁準位も高いため、緑色乃至青色のりん光発光素子において、効率の良い発光を得ることができる。また、耐熱性と緑色乃至青色の効率の良いりん光発光の両方を備える発光素子を得ることが容易となる。

20

【0101】

なお、ホスト材料としてに上述の有機化合物を用いない場合は、その代わりに、様々なキャリア輸送材料を用いることができる。

【0102】

電子輸送性を有する材料としては、例えば、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム(II)(略称:BeBq₂)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(4-フェニルフェノラト)アルミニウム(III)(略称:BAIq)、ビス(8-キノリノラト)亜鉛(II)(略称:Znq)、ビス[2-(2-ベンゾオキサゾリル)フェノラト]亜鉛(II)(略称:ZnPBO)、ビス[2-(2-ベンゾチアゾリル)フェノラト]亜鉛(II)(略称:ZnBTZ)などの金属錯体や、2-(4-ピフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(略称:PBD)、3-(4-ピフェニル)-4-フェニル-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称:TAZ)、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン(略称:OXD-7)、9-[4-(5-フェニル-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称:CO11)、2,2',2''-(1,3,5-ベンゼントリイル)トリス(1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール)(略称:TPBI)、2-[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]-1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール(略称:mDBTBIm-II)などのポリアゾール骨格を有する複素環化合物や、2-[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン(略称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(ジベンゾチオフェン-4-イル)ピフェニル-3-イル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン(略称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(9H-カルバゾール-9-イル)ピフェニル-3-イル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン(略称:2mCzBPDBq)、4,6-ビス[3-(フェナントレン-9-イル)フェニル]ピリミジン(略称:4,6mPnP2Pm)、4,6-ビス[3-(4-ジベンゾチエニル)フェニル]ピリミジン(略

30

40

50

称：4, 6 m D B T P 2 P m - I I) などのジアジン骨格を有する複素環化合物や、3, 5 - ビス [3 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) フェニル] ピリジン (略称 : 3 5 D C z P P y) 、 1 , 3 , 5 - トリ [3 - (3 - ピリジル) - フェニル] ベンゼン (略称 : T m P y P B) などのピリジン骨格を有する複素環化合物が挙げられる。上述した中でも、ジアジン骨格を有する複素環化合物やピリジン骨格を有する複素環化合物は、信頼性が良好であり好ましい。特に、ジアジン (ピリミジンやピラジン) 骨格を有する複素環化合物は、電子輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与する。

【 0 1 0 3 】

正孔輸送性を有する材料としては、4, 4' - ビス [N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル (略称 : N P B) 、 N , N' - ビス (3 - メチルフェニル) - N , N' - ジフェニル - [1 , 1' - ビフェニル] - 4 , 4' - ジアミン (略称 : T P D) 、 4 , 4' - ビス [N - (スピロ - 9 , 9' - ビフルオレン - 2 - イル) - N フェニルアミノ] ビフェニル (略称 : B S P B) 、 4 - フェニル - 4' - (9 - フェニルフルオレン - 9 - イル) トリフェニルアミン (略称 : B P A F L P) 、 4 - フェニル - 3' - (9 - フェニルフルオレン - 9 - イル) トリフェニルアミン (略称 : m B P A F L P) 、 4 - フェニル - 4' - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称 : P C B A 1 B P) 、 4 , 4' - ジフェニル - 4'' - (9 - フェニル - 9 - H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称 : P C B B i 1 B P) 、 4 - (1 - ナフチル) - 4' - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) - トリフェニルアミン (略称 : P C B A N B) 、 4 , 4' - ジ (1 - ナフチル) - 4'' - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称 : P C B N B B) 、 9 , 9 - ジメチル - N - フェニル - N - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - フルオレン - 2 - アミン (略称 : P C B A F) 、 N - フェニル - N - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - スピロ - 9 , 9' - ビフルオレン - 2 - アミン (略称 : P C B A S F) などの芳香族アミン骨格を有する化合物や、1, 3 - ビス (N - カルバゾリル) ベンゼン (略称 : m C P) 、 4 , 4' - ジ (N - カルバゾリル) ビフェニル (略称 : C B P) 、 3 , 6 - ビス (3 , 5 - ジフェニルフェニル) - 9 - フェニルカルバゾール (略称 : C z T P) 、 3 , 3' - ビス (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール) (略称 : P C C P) などのカルバゾール骨格を有する化合物や、4 , 4' , 4'' - (ベンゼン - 1 , 3 , 5 - トリイル) トリ (ジベンゾチオフエン) (略称 : D B T 3 P - I I) 、 2 , 8 - ジフェニル - 4 - [4 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] ジベンゾチオフエン (略称 : D B T F L P - I I I) 、 4 - [4 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] - 6 - フェニルジベンゾチオフエン (略称 : D B T F L P - I V) などのチオフエン骨格を有する化合物や、4 , 4' , 4'' - (ベンゼン - 1 , 3 , 5 - トリイル) トリ (ジベンゾフラン) (略称 : D B F 3 P - I I) 、 4 - { 3 - [3 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] フェニル } ジベンゾフラン (略称 : m m D B F F L B i - I I) などのフラン骨格を有する化合物が挙げられる。上述した中でも、芳香族アミン骨格を有する化合物やカルバゾール骨格を有する化合物は、信頼性が良好であり、また、正孔輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与するため好ましい。また、以上で述べた正孔輸送材料の他、様々な物質の中から正孔輸送材料を用いても良い。

【 0 1 0 4 】

なお、ホスト材料は複数種の物質を混合した材料であっても良く、混合したホスト材料を用いる場合は、電子輸送性を有する材料と、正孔輸送性を有する材料とを混合することが好ましい。電子輸送性を有する材料と、正孔輸送性を有する材料を混合することによって、発光層 1 1 3 の輸送性を容易に調整することができ、再結合領域の制御も簡便に行うことができる。正孔輸送性を有する材料と電子輸送性を有する材料の含有量の比は、正孔輸送性を有する材料 : 電子輸送性を有する材料 = 1 : 9 乃至 9 : 1 とすればよい。本発明の一態様であるジスピロ [9 H - フルオレン - 9 , 9' (1 0 H) - アントラセン - 1 0' , 9'' - (9 H) フルオレン] 骨格の 2' 位に 9 - フェニル - 9 H - カルバゾールの

10

20

30

40

50

2位又は3位が結合した新規有機化合物は正孔輸送性を有する材料として、混合したホスト材料に用いることができる。

【0105】

また、これら混合されたホスト材料同士で励起錯体を形成しても良い。当該励起錯体はりん光発光物質又はTADF材料の最も低エネルギー側の吸収帯の波長と重なるような発光を呈する励起錯体を形成するような組み合わせを選択することで、エネルギー移動がスムーズとなり、効率よく発光が得られるようになる。また、駆動電圧も低下するため好ましい。

【0106】

以上のような構成を有する発光層113は、真空蒸着法での共蒸着や、混合溶液としてインクジェット法やスピコート法やディップコート法などを用いて作製することができる。

【0107】

電子輸送層114は、電子輸送性を有する物質を含む層である電子輸送性を有する物質としては、上記ホスト材料に用いることが可能な電子輸送性を有する材料として挙げたものを用いることができる。

【0108】

また、電子輸送層と発光層との間に電子キャリアの移動を制御する層を設けても良い。これは上述したような電子輸送性の高い材料に、電子トラップ性の高い物質を少量添加した層であって、電子キャリアの移動を抑制することによって、キャリアバランスを調節することが可能となる。このような構成は、発光層を電子が突き抜けてしまうことにより発生する問題（例えば素子寿命の低下）の抑制に大きな効果を発揮する。

【0109】

また、電子輸送層114と第2の電極102との間に、第2の電極102に接して電子注入層115を設けてもよい。電子注入層115としては、フッ化リチウム(LiF)、フッ化セシウム(CsF)、フッ化カルシウム(CaF₂)等のようなアルカリ金属又はアルカリ土類金属又はそれらの化合物を用いることができる。例えば、電子輸送性を有する物質からなる層中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属又はそれらの化合物を含有させたものを用いることができる。また、電子注入層115にエレクトライドを用いてもよい。エレクトライドとしては、例えば、カルシウムとアルミニウムの混合酸化物に電子を高濃度添加した物質等が挙げられる。なお、電子注入層115として、電子輸送性を有する物質からなる層中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属を含有させたものを用いることにより、第2の電極102からの電子注入が効率良く行われるためより好ましい。

【0110】

第2の電極102を形成する物質としては、仕事関数の小さい(具体的には3.8eV以下)金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることができる。このような陰極材料の具体例としては、リチウム(Li)やセシウム(Cs)等のアルカリ金属、およびマグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)等の元素周期表の第1族または第2族に属する元素、およびこれらを含む合金(MgAg、AlLi)、ユウロピウム(Eu)、イッテルビウム(Yb)等の希土類金属およびこれらを含む合金等が挙げられる。しかしながら、第2の電極102と電子輸送層との間に、電子注入層を設けることにより、仕事関数の大小に関わらず、Al、Ag、ITO、ケイ素若しくは酸化ケイ素を含有した酸化インジウム-酸化スズ等様々な導電性材料を第2の電極102として用いることができる。これら導電性材料は、スパッタリング法やインクジェット法、スピコート法等を用いて成膜することが可能である。

【0111】

また、EL層103の形成方法としては、乾式法、湿式法を問わず、種々の方法を用いることができる。例えば、真空蒸着法、インクジェット法またはスピコート法など用いても構わない。また各電極または各層ごとに異なる成膜方法を用いて形成しても構わない。

10

20

30

40

50

【0112】

電極についても、ゾル-ゲル法を用いて湿式法で形成しても良いし、金属材料のペーストを用いて湿式法で形成してもよい。また、スパッタリング法や真空蒸着法などの乾式法を用いて形成しても良い。

【0113】

当該発光素子の発光は、第1の電極101または第2の電極102のいずれか一方または両方を通して外部に取り出される。従って、第1の電極101または第2の電極102のいずれか一方または両方を透光性を有する電極で形成する。

【0114】

続いて、複数の発光ユニットを積層した構成の発光素子（以下、積層型素子ともいう）の態様について、図1（B）を参照して説明する。この発光素子は、第1の電極と第2の電極との間に、複数の発光ユニットを有する発光素子である。一つの発光ユニットは、図1（A）で示したEL層103と同様な構成を有する。つまり、図1（A）で示した発光素子は、1つの発光ユニットを有する発光素子であり、図1（B）で示した発光素子は、複数の発光ユニットを有する発光素子といえることができる。

10

【0115】

図1（B）において、第1の電極501と第2の電極502との間には、第1の発光ユニット511と、電荷発生層513と、第2の発光ユニット512との積層を含むEL層503が形成されている。第1の電極501と第2の電極502はそれぞれ図1（A）における第1の電極101と第2の電極102に相当し、図1（A）の説明で述べたものと同じものを適用することができる。また、第1の発光ユニット511と第2の発光ユニット512は同じ構成であっても異なる構成であってもよい。

20

【0116】

電荷発生層513には、有機化合物と金属酸化物の複合材料が含まれている。この有機化合物と金属酸化物の複合材料は、図1（A）で示した正孔注入層111に用いることができる複合材料を用いることができる。有機化合物と金属酸化物の複合材料は、キャリア注入性、キャリア輸送性に優れているため、低電圧駆動、低電流駆動を実現することができる。なお、発光ユニットの陽極側の面が電荷発生層に接している場合は、電荷発生層が発光ユニットの正孔注入層の役割も担うため、当該発光ユニットは正孔注入層を設けなくとも良い。

30

【0117】

なお、電荷発生層513は、上記複合材料を含む層と他の材料により構成される層とを組み合わせた積層構造として形成してもよい。例えば、複合材料を含む層と、電子供与性物質の中から選ばれた一の化合物と電子輸送性の高い化合物とを含む層とを積層することにより形成してもよい。また、有機化合物と金属酸化物の複合材料を含む層と、透明導電膜とを積層することにより形成してもよい。

【0118】

また、電荷発生層513と当該電荷発生層の陽極側の発光ユニットとの間には、電子注入バッファ層を設けてもよい。電子注入バッファ層は、アルカリ金属の極薄い膜と、電子輸送性の物質を含む電子リレー層との積層からなっている。アルカリ金属の極薄い膜は、電子注入層115に相当し、電子の注入障壁を低減させる機能を有する。電子リレー層はアルカリ金属の膜と電荷発生層との相互作用を防ぎ、電子をスムーズに受け渡す機能を有する。電子リレー層に含まれる電子輸送性の物質のLUMO準位は、電荷発生層513におけるアクセプター性物質のLUMO準位と、上記陽極側の発光ユニットにおける電子注入バッファ層と接する層に含まれる物質のLUMO準位との間となるように形成する。具体的なエネルギー準位の数値としては、電子リレー層に含まれる電子輸送性の物質のLUMO準位は -5.0 eV 以上、好ましくは -5.0 eV 以上 -3.0 eV 以下とする。なお、電子リレー層に含まれる電子輸送性の物質としてはフタロシアニン系の材料又は金属-酸素結合と芳香族配位子を有する金属錯体を用いることが好ましい。この場合、電子注入バッファ層のアルカリ金属の膜が陽極側の発光ユニットにおける電子注入層の役

40

50

割を担うため、当該発光ユニットには重ねて電子注入層を形成する必要はない。

【0119】

いずれにしても、第1の発光ユニット511と第2の発光ユニット512に挟まれる電荷発生層513は、第1の電極501と第2の電極502に電圧を印加したときに、一方の発光ユニットに電子を注入し、他方の発光ユニットに正孔を注入するものであれば良い。例えば、図1(B)において、第1の電極の電位の方が第2の電極の電位よりも高くなるように電圧を印加した場合、電荷発生層513は、第1の発光ユニット511に電子を注入し、第2の発光ユニット512に正孔を注入するものであればよい。

【0120】

図1(B)では、2つの発光ユニットを有する発光素子について説明したが、3つ以上の発光ユニットを積層した発光素子についても、同様に適用することが可能である。一对の電極間に複数の発光ユニットを電荷発生層で仕切って配置することで、電流密度を低く保ったまま、高輝度発光を可能とし、さらに長寿命な素子を実現できる。また、低電圧駆動が可能で消費電力が低い発光装置を実現することができる。

10

【0121】

また、それぞれの発光ユニットの発光色を異なるものにするすることで、発光素子全体として、所望の色の発光を得ることができる。例えば、2つの発光ユニットを有する発光素子において、第1の発光ユニットで赤と緑の発光色、第2の発光ユニットで青の発光色を得ることで、発光素子全体として白色発光する発光素子を得ることも容易である。

【0122】

発光装置

本発明の一態様の発光装置について図2を用いて説明する。なお、図2(A)は、発光装置を示す上面図、図2(B)は図2(A)をA-BおよびC-Dで切断した断面図である。この発光装置は、発光素子の発光を制御するものとして、点線で示された駆動回路部(ソース線駆動回路)601、画素部602、駆動回路部(ゲート線駆動回路)603を含んでいる。また、604は封止基板、605はシール材であり、シール材605で囲まれた内側は、空間607になっている。

20

【0123】

なお、引き回し配線608はソース線駆動回路601及びゲート線駆動回路603に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるFPC(フレキシブルプリントサーキット)609からビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。なお、ここではFPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配線基板(PWB)が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それにFPCもしくはPWBが取り付けられた状態をも含むものとする。

30

【0124】

次に、断面構造について図2(B)を用いて説明する。素子基板610上には駆動回路部及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路部であるソース線駆動回路601と、画素部602中の一つの画素が示されている。

【0125】

なお、ソース線駆動回路601はnチャンネル型FET623とpチャンネル型FET624とを組み合わせたCMOS回路が形成される。また、駆動回路は、種々のCMOS回路、PMOS回路もしくはNMOS回路で形成しても良い。また、本実施の形態では、基板上に駆動回路を形成したドライバー体型を示すが、必ずしもその必要はなく、駆動回路を基板上ではなく外部に形成することもできる。

40

【0126】

また、画素部602はスイッチング用FET611と、電流制御用FET612とそのドレインに電氣的に接続された第1の電極613とを含む複数の画素により形成されているが、これに限定されず、3つ以上のFETと、容量素子とを組み合わせた画素部としてもよい。

50

【 0 1 2 7 】

F E Tに用いる半導体の種類及び結晶性については特に限定されず、非晶質半導体を用いてもよいし、結晶性半導体を用いてもよい。F E Tに用いる半導体の例としては、I V族(シリコン、ガリウム等)半導体、化合物半導体、酸化物半導体、有機半導体材料を用いることができるが、特に、酸化物半導体を用いると好ましい。該酸化物半導体としては、例えば、I n - G a酸化物、I n - M - Z n酸化物(Mは、A l、G a、Y、Z r、L a、C e、またはN d)等が挙げられる。なお、エネルギーギャップが2 e V以上、好ましくは2 . 5 e V以上、さらに好ましくは3 e V以上の酸化物半導体材料を用いることで、トランジスタのオフ電流を低減することができるため、好ましい構成である。

【 0 1 2 8 】

なお、第1の電極6 1 3の端部を覆って絶縁物6 1 4が形成されている。ここでは、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いることにより形成することができる。

【 0 1 2 9 】

また、被覆性を良好なものとするため、絶縁物6 1 4の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物6 1 4の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物6 1 4の上端部のみに曲率半径(0 . 2 μ m乃至3 μ m)を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物6 1 4として、ネガ型の感光性樹脂、或いはポジ型の感光性樹脂のいずれも使用することができる。

【 0 1 3 0 】

第1の電極6 1 3上には、E L層6 1 6及び第2の電極6 1 7がそれぞれ形成されている。これらはそれぞれ図1 (A)で説明した第1の電極1 0 1、E L層1 0 3及び第2の電極1 0 2又は図1 (B)で説明した第1の電極5 0 1、E L層5 0 3及び第2の電極5 0 2に相当する。

【 0 1 3 1 】

E L層6 1 6には本発明の一態様であるジスピロ[9 H - フルオレン - 9 , 9 ' (1 0 H) - アントラセン - 1 0 ' , 9 ' ' - (9 H) フルオレン]骨格の2 ' 位に9 - フェニル - 9 H - カルバゾールの2 位又は3 位が結合した新規有機化合物が含まれていることが好ましい。

【 0 1 3 2 】

さらにシール材6 0 5で封止基板6 0 4を素子基板6 1 0と貼り合わせることにより、素子基板6 1 0、封止基板6 0 4、およびシール材6 0 5で囲まれた空間6 0 7に発光素子6 1 8が備えられた構造になっている。なお、空間6 0 7には、充填材が充填されており、不活性気体(窒素やアルゴン等)が充填される場合の他、シール材6 0 5で充填される場合もある。封止基板には凹部を形成し、そこに乾燥材6 2 5を設けると水分の影響による劣化を抑制することができ、好ましい構成である。

【 0 1 3 3 】

例えば、本明細書等において、様々な基板を用いて、トランジスタや発光素子を形成することができる。基板の種類は、特定のものに限定されることはない。その基板の一例としては、半導体基板(例えば単結晶基板又はシリコン基板)、S O I基板、ガラス基板、石英基板、プラスチック基板、金属基板、ステンレス・スチル基板、ステンレス・スチル・ホイルを有する基板、タングステン基板、タングステン・ホイルを有する基板、可撓性基板、貼り合わせフィルム、繊維状の材料を含む紙、又は基材フィルムなどがある。ガラス基板の一例としては、バリウムホウケイ酸ガラス、アルミノホウケイ酸ガラス、又はソーダライムガラスなどがある。可撓性基板、貼り合わせフィルム、基材フィルムなどの一例としては、以下のものがあげられる。例えば、ポリエチレンテレフタレート(P E T)、ポリエチレンナフタレート(P E N)、ポリエーテルサルフォン(P E S)に代表されるプラスチックがある。または、一例としては、アクリル等の合成樹脂などがある。または、一例としては、ポリプロピレン、ポリエステル、ビニル、ポリフッ化ビニル、又は塩化ビニルなどがある。または、一例としては、ポリエステル、ポリアミド、ポリイミド、アラミド、エポキシ、無機蒸着フィルム、又は紙類などがある。特に、半導体基板、単結

10

20

30

40

50

晶基板、又はSOI基板などを用いてトランジスタを製造することによって、特性、サイズ、又は形状などのばらつきが少なく、電流能力が高く、サイズの小さいトランジスタを製造することができる。このようなトランジスタによって回路を構成すると、回路の低消費電力化、又は回路の高集積化を図ることができる。

【0134】

また、基板として、可撓性基板を用い、可撓性基板上に直接、トランジスタや発光素子を形成してもよい。または、基板とトランジスタの間や、基板と発光素子の間に剥離層を設けてもよい。剥離層は、その上に半導体装置を一部あるいは全部完成させた後、基板より分離し、他の基板に転載するために用いることができる。その際、トランジスタは耐熱性の劣る基板や可撓性の基板にも転載できる。なお、上述の剥離層には、例えば、タンゲステン膜と酸化シリコン膜との無機膜の積層構造の構成や、基板上にポリイミド等の有機樹脂膜が形成された構成等を用いることができる。

10

【0135】

つまり、ある基板を用いてトランジスタや発光素子を形成し、その後、別の基板にトランジスタや発光素子を転置し、別の基板上にトランジスタや発光素子を配置してもよい。トランジスタや発光素子が転置される基板の一例としては、上述したトランジスタを形成することが可能な基板に加え、紙基板、セロファン基板、アラミドフィルム基板、ポリイミドフィルム基板、石材基板、木材基板、布基板（天然繊維（絹、綿、麻）、合成繊維（ナイロン、ポリウレタン、ポリエステル）若しくは再生繊維（アセテート、キュプラ、レーヨン、再生ポリエステル）などを含む）、皮革基板、又はゴム基板などがある。これらの基板を用いることにより、特性のよいトランジスタの形成、消費電力の小さいトランジスタの形成、壊れにくい装置の製造、耐熱性の付与、軽量化、又は薄型化を図ることができる。

20

【0136】

シール材605にはエポキシ系樹脂やガラスフリットを用いるのが好ましい。また、これらの材料はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。また、素子基板610及び封止基板604に用いる材料としてガラス基板や石英基板の他、FRP（Fiber Reinforced Plastics）、PVF（ポリビニルフロライド）、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。

【0137】

図3には白色発光を呈する発光素子を形成し、着色層（カラーフィルタ）等を設けることによってフルカラー化した発光装置の例を示す。図3（A）には基板1001、下地絶縁膜1002、ゲート絶縁膜1003、ゲート電極1006、1007、1008、第1の層間絶縁膜1020、第2の層間絶縁膜1021、周辺部1042、画素部1040、駆動回路部1041、発光素子の第1の電極1024W、1024R、1024G、1024B、隔壁1025、EL層1028、発光素子の第2の電極1029、封止基板1031、シール材1032などが図示されている。

30

【0138】

また、図3（A）では着色層（赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、青色の着色層1034B）は透明な基材1033に設けている。また、黒色層（ブラックマトリックス）1035をさらに設けても良い。着色層及び黒色層が設けられた透明な基材1033は、位置合わせし、基板1001に固定する。なお、着色層、及び黒色層は、オーバーコート層1036で覆われている。また、図3（A）においては、光が着色層を透過せずに外部へ出る発光層と、各色の着色層を透過して外部に光が出る発光層とがあり、着色層を透過しない光は白、着色層を透過する光は赤、青、緑となることから、4色の画素で映像を表現することができる。

40

【0139】

図3（B）では着色層（赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、青色の着色層1034B）をゲート絶縁膜1003と第1の層間絶縁膜1020との間に形成する例を示した。このように、着色層は基板1001と封止基板1031の間に設けられてい

50

ても良い。

【0140】

また、以上に説明した発光装置では、FETが形成されている基板1001側に光を取り出す構造(ボトムエミッション型)の発光装置としたが、封止基板1031側に光を取り出す構造(トップエミッション型)の発光装置としても良い。トップエミッション型の発光装置の断面図を図4に示す。この場合、基板1001は光を通さない基板を用いることもできる。トップエミッション型の発光装置を作製する場合、FETと発光素子の陽極とを接続する接続電極を作製するまでは、ボトムエミッション型の発光装置と同様に形成する。その後、第3の層間絶縁膜1037を電極1022を覆って形成する。この絶縁膜は平坦化の役割を担っていても良い。第3の層間絶縁膜1037は第2の層間絶縁膜と同様の材料の他、他の様々な材料を用いて形成することができる。

10

【0141】

発光素子の第1の電極1024W、1024R、1024G、1024Bはここでは陽極とするが、陰極であっても構わない。また、図4のようなトップエミッション型の発光装置である場合、第1の電極を反射電極とすることが好ましい。EL層1028の構成は、図1(A)のEL層103または図1(B)のEL層503として説明したような構成とし、且つ、白色の発光が得られるような素子構造とする。

【0142】

図4のようなトップエミッションの構造では着色層(赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、青色の着色層1034B)を設けた封止基板1031で封止を行うことができる。封止基板1031には画素と画素との間に位置するように黒色層(ブラックマトリックス)1035を設けても良い。着色層(赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、青色の着色層1034B)や黒色層(ブラックマトリックス)はオーバーコート層1036によって覆われていても良い。なお封止基板1031は透光性を有する基板を用いる。

20

【0143】

また、ここでは赤、緑、青、白の4色でフルカラー表示を行う例を示したが特に限定されず、赤、緑、青の3色でフルカラー表示を行ってもよい。

【0144】

図5には本発明の一態様であるパッシブマトリクス型の発光装置を示す。なお、図5(A)は、発光装置を示す斜視図、図5(B)は図5(A)をX-Yで切断した断面図である。図5において、基板951上には、電極952と電極956との間にはEL層955が設けられている。電極952の端部は絶縁層953で覆われている。そして、絶縁層953上には隔壁層954が設けられている。隔壁層954の側壁は、基板面に近くなるに伴って、一方の側壁と他方の側壁との間隔が狭くなっていくような傾斜を有する。つまり、隔壁層954の短辺方向の断面は、台形状であり、底辺(絶縁層953の面方向と同様の方向を向き、絶縁層953と接する辺)の方が上辺(絶縁層953の面方向と同様の方向を向き、絶縁層953と接しない辺)よりも短い。このように、隔壁層954を設けることで、静電気等に起因した発光素子の不良を防ぐことが出来る。

30

【0145】

以上、説明した発光装置は、マトリクス状に配置された多数の微小な発光素子を、画素部に形成されたFETでそれぞれ制御することが可能であるため、画像の表現を行う表示装置として好適に利用できる発光装置である。

40

【0146】

照明装置

本発明の一態様である照明装置を図6を参照しながら説明する。図6(B)は照明装置の上面図、図6(A)は図6(B)におけるe-f断面図である。

【0147】

当該照明装置は、支持体である透光性を有する基板400上に、第1の電極401が形成されている。第1の電極401は図1(A)、(B)の第1の電極101に相当する。

50

第1の電極401側から発光を取り出す場合、第1の電極401は透光性を有する材料により形成する。

【0148】

第2の電極404に電圧を供給するためのパッド412が基板400上に形成される。

【0149】

第1の電極401上にはEL層403が形成されている。EL層403は図1(A)、(B)のEL層103又はEL層503などに相当する。なお、これらの構成については当該記載を参照されたい。

【0150】

EL層403を覆って第2の電極404を形成する。第2の電極404は図1(A)の第2の電極102に相当する。発光を第1の電極401側から取り出す場合、第2の電極404は反射率の高い材料によって形成される。

【0151】

第1の電極401、EL層403及び第2の電極404によって発光素子が形成される。当該発光素子を、シール材405、406を用いて封止基板407を固着し、封止することによって照明装置が完成する。シール材405、406はどちらか一方でもかまわない。また、内側のシール材406(図6(B)では図示せず)には乾燥剤を混ぜることもでき、これにより、水分を吸着することができ、信頼性の向上につながる。

【0152】

また、パッド412と第1の電極401の一部をシール材405、406の外に伸張して設けることによって、外部入力端子とすることができる。また、その上にコンバーターなどを搭載したICチップ420などを設けても良い。

【0153】

電子機器

本発明の一態様である電子機器の例について説明する。電子機器として、例えば、テレビジョン装置(テレビ、またはテレビジョン受信機ともいう)、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機(携帯電話、携帯電話装置ともいう)、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。これらの電子機器の具体例を以下に示す。

【0154】

図7(A)は、テレビジョン装置の一例を示している。テレビジョン装置は、筐体7101に表示部7103が組み込まれている。また、ここでは、スタンド7105により筐体7101を支持した構成を示している。表示部7103により、映像を表示することが可能であり、表示部7103は、発光素子をマトリクス状に配列して構成されている。

【0155】

テレビジョン装置の操作は、筐体7101が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機7110により行うことができる。リモコン操作機7110が備える操作キー7109により、チャンネルや音量の操作を行うことができ、表示部7103に表示される映像を操作することができる。また、リモコン操作機7110に、当該リモコン操作機7110から出力する情報を表示する表示部7107を設ける構成としてもよい。

【0156】

なお、テレビジョン装置は、受信機やモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができ、さらにモデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向(送信者から受信者)または双方向(送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など)の情報通信を行うことも可能である。

【0157】

図7(B1)はコンピュータであり、本体7201、筐体7202、表示部7203、キーボード7204、外部接続ポート7205、ポインティングデバイス7206等を含む。なお、このコンピュータは、発光素子をマトリクス状に配列して表示部7203に用い

10

20

30

40

50

ることにより作製される。図7(B1)のコンピュータは、図7(B2)のような形態であっても良い。図7(B2)のコンピュータは、キーボード7204、ポインティングデバイス7206の代わりに第2の表示部7210が設けられている。第2の表示部7210はタッチパネル式となっており、第2の表示部7210に表示された入力用の表示を指や専用のペンで操作することによって入力を行うことができる。また、第2の表示部7210は入力用表示だけでなく、その他の画像を表示することも可能である。また表示部7203もタッチパネルであっても良い。二つの画面がヒンジで接続されていることによって、収納や運搬をする際に画面を傷つける、破損するなどのトラブルの発生も防止することができる。

【0158】

図7(C)は携帯型遊技機であり、筐体7301と筐体7302の2つの筐体で構成されており、連結部7303により、開閉可能に連結されている。筐体7301には、発光素子をマトリクス状に配列して作製された表示部7304が組み込まれ、筐体7302には表示部7305が組み込まれている。また、図7(C)に示す携帯型遊技機は、その他、スピーカ部7306、記録媒体挿入部7307、LEDランプ7308、入力手段(操作キー7309、接続端子7310、センサ7311(力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、に問い又は赤外線を測定する機能を含むもの)、マイクロフォン7312)等を備えている。もちろん、携帯型遊技機の構成は上述のものに限定されず、少なくとも表示部7304および表示部7305の両方表示部を用いても良い。図7(C)に示す携帯型遊技機は、記録媒体に記録されているプログラム又はデータを読み出して表示部に表示する機能や、他の携帯型遊技機と無線通信を行って情報を共有する機能を有する。なお、図7(C)に示す携帯型遊技機が有する機能はこれに限定されず、様々な機能を有することができる。

【0159】

図7(D)は、携帯電話機の一例を示している。携帯電話機は、筐体7401に組み込まれた表示部7402の他、操作ボタン7403、外部接続ポート7404、スピーカ7405、マイク7406などを備えている。なお、携帯電話機7400は、発光素子をマトリクス状に配列して作製された表示部7402を有している。

【0160】

図7(D)に示す携帯電話機は、表示部7402を指などで触れることで、情報を入力することができる構成とすることもできる。この場合、電話を掛ける、或いはメールを作成するなどの操作は、表示部7402を指などで触れることにより行うことができる。

【0161】

表示部7402の画面は主として3つのモードがある。第1は、画像の表示を主とする表示モードであり、第2は、文字等の情報の入力を主とする入力モードである。第3は表示モードと入力モードの2つのモードが混合した表示+入力モードである。

【0162】

例えば、電話を掛ける、或いはメールを作成する場合は、表示部7402を文字の入力を主とする文字入力モードとし、画面に表示させた文字の入力操作を行えばよい。この場合、表示部7402の画面のほとんどにキーボードまたは番号ボタンを表示させることが好ましい。

【0163】

また、携帯電話機内部に、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを有する検出装置を設けることで、携帯電話機の向きを判断して、表示部7402の画面表示を自動的に切り替えるようにすることができる。

【0164】

また、画面モードの切り替えは、表示部7402を触れること、又は筐体7401の操作ボタン7403の操作により行われる。また、表示部7402に表示される画像の種類によって切り替えるようにすることもできる。例えば、表示部に表示する画像信号が動画の

10

20

30

40

50

データであれば表示モード、テキストデータであれば入力モードに切り替える。

【0165】

また、入力モードにおいて、表示部7402の光センサで検出される信号を検知し、表示部7402のタッチ操作による入力が一定期間ない場合には、画面のモードを入力モードから表示モードに切り替えるように制御してもよい。

【0166】

表示部7402は、イメージセンサとして機能させることもできる。例えば、表示部7402に掌や指で触れ、掌紋、指紋等を撮像することで、本人認証を行うことができる。また、表示部に近赤外光を発光するバックライトまたは近赤外光を発光するセンシング用光源を用いれば、指静脈、掌静脈などを撮像することもできる。

10

【0167】

なお、上記電子機器は、本明細書中に示した構成を適宜組み合わせる用いることができる。

【0168】

また、表示部にジ本発明の一態様であるジスピロ[9H-フルオレン-9,9'(10H)-アントラセン-10',9''-(9H)フルオレン]骨格の2'位に9-フェニル-9H-カルバゾールの2位又は3位が結合した新規有機化合物を含む発光素子を用いることが好ましい。当該発光素子は発光効率が良い発光素子とすることが可能であるため、消費電力の小さい電子機器を得ることができる。また、耐熱性の高い発光素子とすることが容易である。

20

【0169】

図8は、発光素子をバックライトに適用した液晶表示装置の一例である。図8に示した液晶表示装置は、筐体901、液晶層902、バックライトユニット903、筐体904を有し、液晶層902は、ドライバIC905と接続されている。バックライトユニット903には、発光素子が用いられおり、端子906により、電流が供給されている。

【0170】

発光素子には本発明の一態様であるジスピロ[9H-フルオレン-9,9'(10H)-アントラセン-10',9''-(9H)フルオレン]骨格の2'位に9-フェニル-9H-カルバゾールの2位又は3位が結合した新規有機化合物を含む発光素子を用いることが好ましく、当該発光素子を液晶表示装置のバックライトに適用することにより、消費電力の低減されたバックライトが得られる。また、耐熱性に優れたバックライトを得られる。

30

【0171】

図9は、本発明の一態様である電気スタンドの例である。図9に示す電気スタンドは、筐体2001と、光源2002を有し、光源2002として発光素子を用いた照明装置が用いられている。

【0172】

図10は、室内の照明装置3001の例である。当該照明装置3001には本発明の一態様であるジスピロ[9H-フルオレン-9,9'(10H)-アントラセン-10',9''-(9H)フルオレン]骨格の2'位に9-フェニル-9H-カルバゾールの2位又は3位が結合した新規有機化合物を含む発光素子を用いることが好ましい。これにより、消費電力の低減された照明装置とすることができる。また、耐熱性の高い照明装置とすることができる。

40

【0173】

本発明の一態様である自動車を図11に示す。当該自動車はフロントガラスやダッシュボードに発光素子が搭載されている。表示領域5000乃至表示領域5005は発光素子を用いて設けられた表示領域である。当該発光素子にはジベンゾフランの2位と8位にピリジン骨格を含む複素芳香族基が結合した有機化合物を用いることが好ましく、当該有機化合物を用いることによって駆動電圧の小さい発光素子とすることができる。また、これにより表示領域5000乃至表示領域5005は消費電力を抑えられるため、車載に好

50

適である。

【0174】

表示領域5000と表示領域5001は、自動車のフロントガラスに設けられた、発光素子を用いる表示装置である。この発光素子を、第1の電極と第2の電極を透光性を有する電極で作製することによって、反対側が透けて見える、いわゆるシースルー状態の表示装置とすることができる。シースルー状態の表示であれば、自動車のフロントガラスに設置したとしても、視界の妨げになることなく設置することができる。なお、駆動のためのトランジスタなどを設ける場合には、有機半導体材料による有機トランジスタや、酸化半導体を用いたトランジスタなど、透光性を有するトランジスタを用いると良い。

【0175】

表示領域5002はピラー部分に設けられた発光素子を用いる表示装置である。表示領域5002には、車体に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、ピラーで遮られた視界を補完することができる。また、同様に、ダッシュボード部分に設けられた表示領域5003は車体によって遮られた視界を、自動車の外側に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、死角を補い、安全性を高めることができる。見えない部分を補完するように映像を映すことによって、より自然に違和感なく安全確認を行うことができる。

【0176】

表示領域5004や表示領域5005はナビゲーション情報、速度計や回転数、走行距離、給油量、ギア状態、空調の設定など、その他様々な情報を提供することができる。表示は使用者の好みに合わせて適宜その表示項目やレイアウトを変更することができる。なお、これら情報は表示領域5000乃至表示領域5003にも設けることができる。また、表示領域5000乃至表示領域5005は照明装置として用いることも可能である。

【0177】

図12(A)及び図12(B)は2つ折り可能なタブレット型端末の一例である。図12(A)は、開いた状態であり、タブレット型端末は、筐体9630、表示部9631a、表示部9631b、表示モード切り替えスイッチ9034、電源スイッチ9035、省電力モード切り替えスイッチ9036、留め具9033、操作スイッチ9038、を有する。なお、当該タブレット端末は、本発明の一態様であるジスピロ[9H-フルオレン-9,9'(10H)-アントラセン-10',9''-(9H)フルオレン]骨格の2'位に9-フェニル-9H-カルバゾールの2位又は3位が結合した新規有機化合物を含む発光素子を備えた発光装置を表示部9631a、表示部9631bの一方又は両方に用いることにより作製される。

【0178】

表示部9631aは、一部をタッチパネル領域9632aとすることができ、表示された操作キー9637にふれることでデータ入力を行うことができる。なお、表示部9631aにおいては、一例として半分の領域が表示のみの機能を有する構成、もう半分の領域がタッチパネルの機能を有する構成を示しているが該構成に限定されない。表示部9631aの全ての領域がタッチパネルの機能を有する構成としても良い。例えば、表示部9631aの全面をキーボードボタン表示させてタッチパネルとし、表示部9631bを表示画面として用いることができる。

【0179】

また、表示部9631bにおいても表示部9631aと同様に、表示部9631bの一部をタッチパネル領域9632bとすることができる。また、タッチパネルのキーボード表示切り替えボタン9639が表示されている位置に指やスタイラスなどでふれることで表示部9631bにキーボードボタンを表示することができる。

【0180】

また、タッチパネル領域9632aとタッチパネル領域9632bに対して同時にタッチ入力することもできる。

【0181】

10

20

30

40

50

また、表示モード切り替えスイッチ9034は、縦表示または横表示などの表示の向きを切り替え、白黒表示やカラー表示の切り替えなどを選択できる。省電力モード切り替えスイッチ9036は、タブレット型端末に内蔵している光センサで検出される使用時の外光の光量に応じて表示の輝度を最適なものとして行うことができる。タブレット型端末は光センサだけでなく、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサなどの他の検出装置を内蔵させてもよい。

【0182】

また、図12(A)では表示部9631bと表示部9631aの表示面積が同じ例を示しているが特に限定されず、一方のサイズともう一方のサイズが異なってもよく、表示の品質も異なってもよい。例えば一方が他方よりも高精細な表示を行える表示パネルとしてもよい。

10

【0183】

図12(B)は、閉じた状態であり、本実施の形態におけるタブレット型端末では、筐体9630、太陽電池9633、充放電制御回路9634、バッテリー9635、DCDCコンバータ9636を備える例を示す。なお、図12(B)では充放電制御回路9634の一例としてバッテリー9635、DCDCコンバータ9636を有する構成について示している。

【0184】

なお、タブレット型端末は2つ折り可能なため、未使用時に筐体9630を閉じた状態にすることができる。従って、表示部9631a、表示部9631bを保護できるため、耐久性に優れ、長期使用の観点からも信頼性の優れたタブレット型端末を提供できる。

20

【0185】

また、この他にも図12(A)及び図12(B)に示したタブレット型端末は、様々な情報(静止画、動画、テキスト画像など)を表示する機能、カレンダー、日付又は時刻などを表示部に表示する機能、表示部に表示した情報をタッチ入力操作又は編集するタッチ入力機能、様々なソフトウェア(プログラム)によって処理を制御する機能、等を有することができる。

【0186】

タブレット型端末の表面に装着された太陽電池9633によって、電力をタッチパネル、表示部、または映像信号処理部等に供給することができる。なお、太陽電池9633は、筐体9630の一面または二面に設けられていると効率的なバッテリー9635の充電を行う構成とすることができるため好適である。

30

【0187】

また、図12(B)に示す充放電制御回路9634の構成、及び動作について図12(C)にブロック図を示し説明する。図12(C)には、太陽電池9633、バッテリー9635、DCDCコンバータ9636、コンバータ9638、スイッチSW1乃至SW3、表示部9631について示しており、バッテリー9635、DCDCコンバータ9636、コンバータ9638、スイッチSW1乃至SW3が、図12(B)に示す充放電制御回路9634に対応する箇所となる。

【0188】

40

まず外光により太陽電池9633により発電がされる場合の動作の例について説明する。太陽電池で発電した電力は、バッテリー9635を充電するための電圧となるようDCDCコンバータ9636で昇圧または降圧がなされる。そして、表示部9631の動作に太陽電池9633で充電された電力が用いられる際にはスイッチSW1をオンにし、コンバータ9638で表示部9631に必要な電圧に昇圧または降圧をすることとなる。また、表示部9631での表示を行わない際には、SW1をオフにし、SW2をオンにしてバッテリー9635の充電を行う構成とすればよい。

【0189】

なお、太陽電池9633については、発電手段の一例として示したが、発電手段は特に限定されず、圧電素子(ピエゾ素子)や熱電変換素子(ペルティエ素子)などの他の発電

50

手段によってバッテリー 9635 の充電を行う構成であってもよい。無線（非接触）で電力を送受信して充電する無接点電力伝送モジュールや、また他の充電手段を組み合わせで行う構成としてもよく、発電手段を有さなくとも良い。

【0190】

また、上記表示部 9631 を具備していれば、図 12 に示した形状のタブレット型端末に限定されない。

【0191】

なお、本発明の一態様の有機化合物は有機薄膜太陽電池に用いることができる。より具体的には、キャリア輸送性があるため、キャリア輸送層、キャリア注入層に用いることができる。また、光励起するため、発電層として用いることができる。

10

【実施例 1】

【0192】

本実施例では、本発明の一態様の有機化合物である 3 - {ジスピロ [9H - フルオレン - 9, 9' (10' H) - アントラセン - 10', 9'' - (9H) フルオレン] 2' - イル} - 9 - フェニル - 9H - カルバゾール（略称：2PCDFha）の合成方法について詳細に説明する。

【0193】

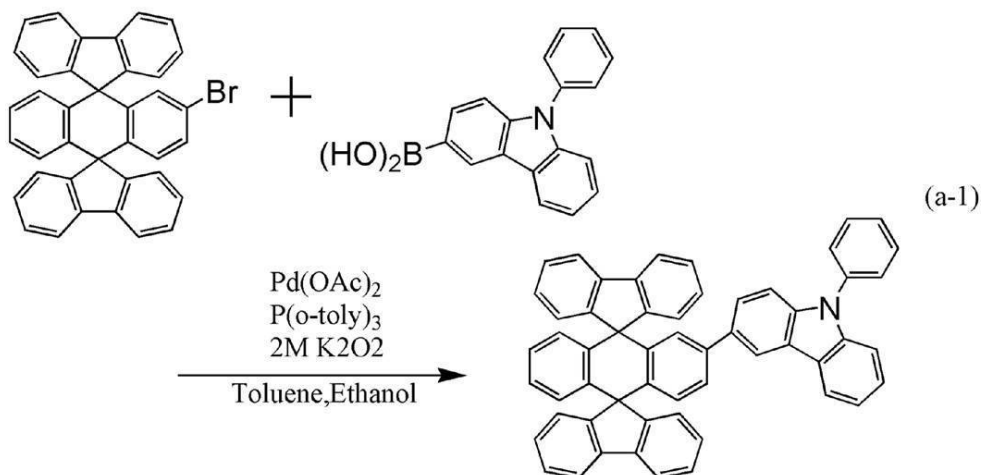
100 ml 三口フラスコに 2' - ブロモ - ジスピロ [9H - フルオレン - 9, 9' (10' H) - アントラセン - 10', 9'' - (9H) フルオレン] 1.87 g (3.34 mmol)、9 - フェニル - 9H - カルバゾール - 3 - イルフェニル硼酸 1.06 g (3.68 mmol)、トリス(2 - メチルフェニル)ホスフィン 44.8 mg (147 μmol) を入れ窒素置換した。ここにトルエン 30 ml、エタノール 3.0 ml、2 M 炭酸カリウム水溶液 3.7 ml (炭酸カリウム 1.01 g) を加え、減圧下で撹拌することにより脱気した。ここに酢酸パラジウム 16.5 mg (73.6 μmol) を加え窒素気流下 85 で 6 時間撹拌した。さらにトリス(2 - メチルフェニル)ホスフィン 44.8 mg (147 μmol)、酢酸パラジウム 16.5 mg (73.6 μmol) を加え 85 で 11 時間撹拌した。所定時間撹拌後トルエンを加えセライトにより濾過をした。得られた濾液に水を加え、トルエンにより抽出し、得られた有機層を飽和食塩水により洗浄し、硫酸マグネシウムを加えて水分を吸着させた。この混合物を自然濾過し、得られた濾液を濃縮し、シリカゲルカラムクロマトグラフィー（展開溶媒：トルエン、トルエンとヘキサンの混合溶液、酢酸エチルとヘキサンの混合溶液）により精製し、緑色固体を得た。緑色固体をトルエンとヘキサンの混合溶媒で再結晶し、目的物の白色固体 1.25 g を収率 51.9% で得た。本反応の合成スキームを (a-1) に示す。

20

30

【0194】

【化 15】



40

【0195】

50

また、得られた物質の ^1H NMR を測定した。以下に測定データを示す。

^1H NMR (300 MHz, CDCl_3): (ppm) = 6.41 - 6.46 (m, 2H), 6.50 (d, $J = 8.4$ Hz, 1H), 6.66 (d, $J = 2.1$ Hz, 1H), 6.77 - 6.82 (m, 2H), 7.08 - 7.57 (m, 23H), 7.85 (d, $J = 0.9$ Hz, 1H), 7.91 - 7.98 (m, 5H).

【0196】

また、 ^1H -NMRチャートを図13に示す。なお、図13(B)は、図13(A)における6 ppm乃至8.5 ppmの範囲を拡大して表したチャートである。これにより、上述の構造式(100)で表される本発明の一態様の複素環化合物である2PCDFha

10

【実施例2】

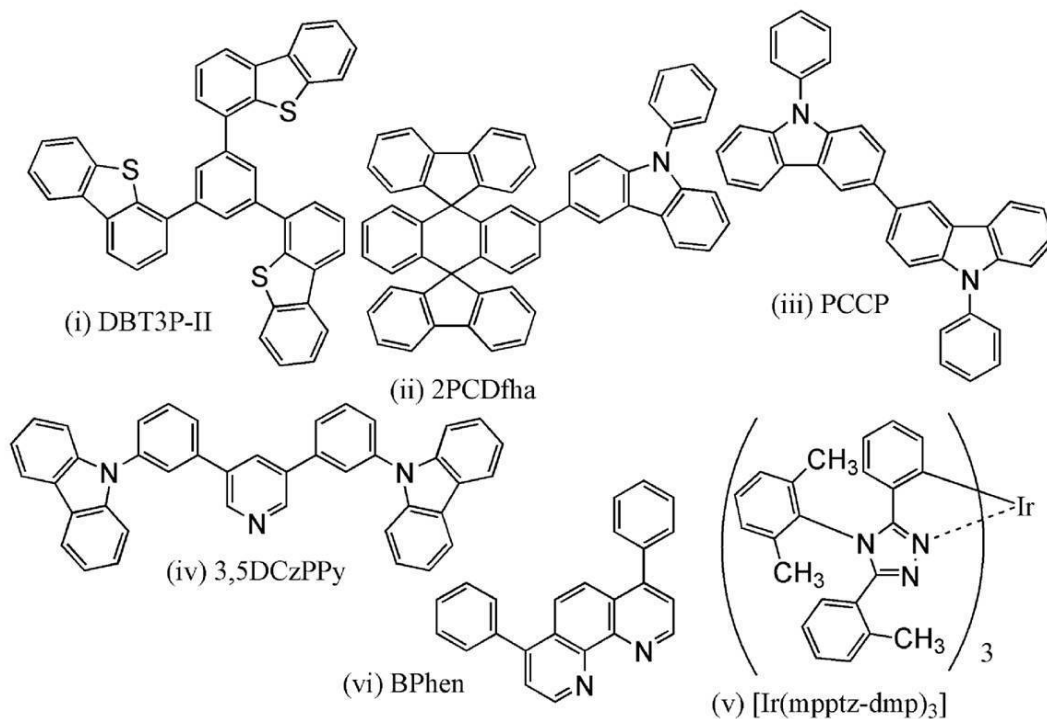
【0197】

本実施例では、正孔輸送層に3-{ジスピロ[9H-フルオレン-9,9'(10'H)-アントラセン-10',9''-(9H)フルオレン]2'-イル}-9-フェニル-9H-カルバゾール(略称:2PCDFha)を用いた本発明の一態様の発光素子(発光素子1)について説明する。発光素子1において用いた有機化合物の構造式を以下に示す。

【0198】

【化16】

20



30

40

【0199】

以下に、本実施例の発光素子1の作製方法を示す。

【0200】

(発光素子1の作製方法)

まず、ガラス基板の上に、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物(ITSO)をスパッタリング法にて成膜し、第1の電極101を形成した。なお、その膜厚は110 nmとし、電極面積は2 mm x 2 mmとした。ここで、第1の電極101は、発光素子の陽極として機能する電極である。

【0201】

次に、基板の上に発光素子を形成するための前処理として、基板表面を水で洗浄し、200

50

で1時間焼成した後、UVオゾン処理を370秒行った。

【0202】

その後、 10^{-4} Pa程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に基板を導入し、真空蒸着装置内の加熱室において、170で30分間の真空焼成を行った後、基板を30分程度放冷した。

【0203】

次に、第1の電極101が形成された面が下方となるように、第1の電極101が形成された基板を真空蒸着装置内に設けられた基板ホルダーに固定し、 10^{-4} Pa程度まで減圧した後、第1の電極101上に、抵抗加熱を用いた蒸着法により上記構造式(i)で表される4, 4', 4'' - (ベンゼン - 1, 3, 5 - トリイル)トリ(ジベンゾチオフェン) (略称: DBT3P - II)、と酸化モリブデン(VI)を共蒸着することで、正孔注入層111を形成した。その膜厚は、60 nmとし、DBT3P - IIと酸化モリブデンの比率は、重量比で4:2 (= DBT3P - II:酸化モリブデン)となるように調節した。なお、共蒸着法とは、一つの処理室内で、複数の蒸発源から同時に蒸着を行う蒸着法である。

10

【0204】

次に、正孔注入層111上に、2PCDfhaを20 nmの膜厚となるように成膜し、正孔輸送層112を形成した。

【0205】

さらに、正孔輸送層112上に、上記構造式(iii)で表される3, 3' - ビス(9 - フェニル - 9H - カルバゾール) (略称: PCCP)と、上記構造式(iv)で表される3, 5 - ビス[3 - (9H - カルバゾール - 9 - イル)フェニル]ピリジン(略称: 35DCzPPy)と上記構造式(v)で表される(トリス[2 - {5 - (2 - メチルフェニル) - 4 - (2, 6 - ジメチルフェニル) - 4H - 1, 2, 4 - トリアゾール - 3 - イル - N2}フェニル - C]イリジウム(III) (略称: [Ir(mpp tz - dmp)₃])とを、重量比1:0.3:0.06 (= PCCP:35DCzPPy:[Ir(mpp tz - dmp)₃])となるように30 nm共蒸着した後、35DCzPPyと[Ir(mpp tz - dmp)₃]とを重量比1:0.06となるように10 nm共蒸着して発光層113を形成した。

20

【0206】

その後、発光層113上に35DCzPPyを膜厚10 nmとなるように成膜し、さらに、上記構造式(vi)で表されるバソフェナントロリン(略称: Bphen)を15 nmとなるように成膜して電子輸送層114を形成した。

30

【0207】

電子輸送層114を形成したら、その後、フッ化リチウム(LiF)を1 nmの膜厚となるように蒸着し、電子注入層115を形成し、最後に、陰極として機能する第2の電極102として、アルミニウムを200 nmの膜厚となるように蒸着することで、本実施例の発光素子1を作製した。

【0208】

発光素子1を、窒素雰囲気中のグローブボックス内において、発光素子が大気に曝されないようにガラス基板により封止する作業(シール材を素子の周囲に塗布し、封止時にUV処理、80にて1時間熱処理)を行った後、信頼性について測定を行った。なお、測定は室温(25に保たれた雰囲気)で行った。

40

【0209】

発光素子1の輝度 - 電流効率特性を図14に、輝度 - 外部量子効率特性を図15に、発光スペクトルを図16に、輝度 - 色度特性を図17に示す。

【0210】

また、初期輝度 1000 cd/m^2 とし、電流密度一定の条件における駆動時間に対する輝度の変化を表すグラフを図18に示す。

【0211】

50

以上の結果より、発光素子 1 は非常に良好な特性を示すことが分かった。2 P C D f h a は三重項励起エネルギーが高いために、水色の発光を呈するりん光性化合物を有効に励起、発光させることができることから、発光効率が良好であり、電流効率、外部効率共にすぐれた特性の発光素子を得ることができた。また、輝度変化に伴う色度変化がほとんどなく、キャリアバランスの良好な発光素子を得ることができ、2 P C D f h a はホール輸送層として好適に用いることができることがわかった。また、図 18 より、発光素子 1 の半減寿命は約 1 1 0 0 時間であり、良好な特性を示した。なお、発光素子 1 は耐熱性の高い 2 P C D f h a を用いていることから、耐熱性の良好な発光素子である。

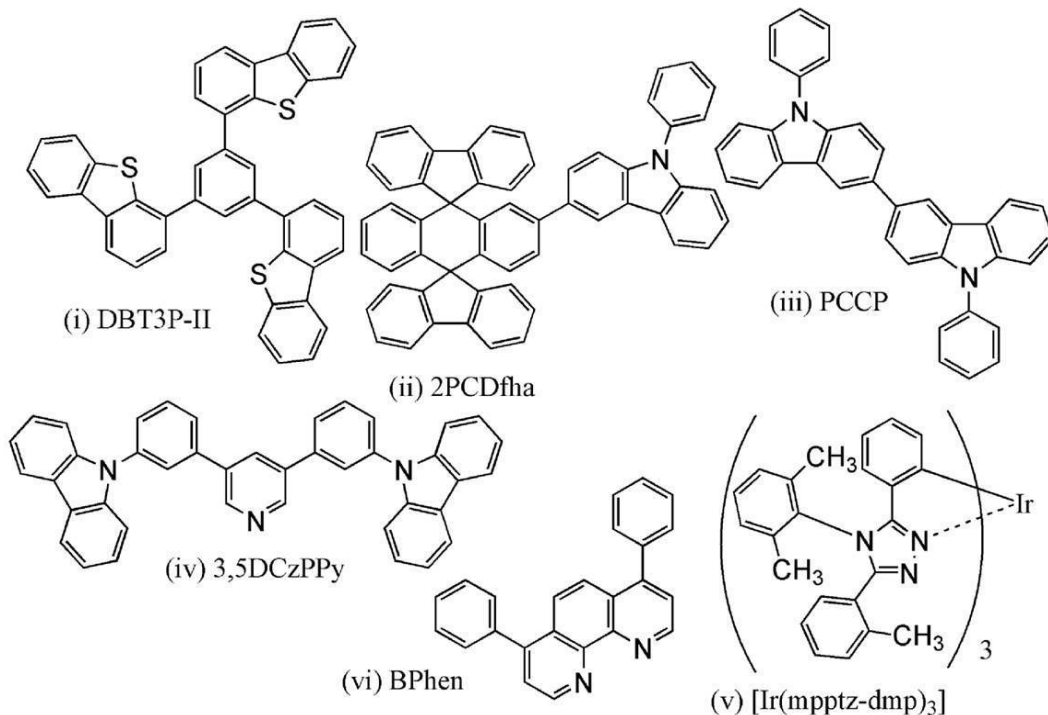
【実施例 3】

【0212】

本実施例では、正孔輸送層及び発光層に 3 - {ジスピロ [9H-フルオレン-9,9'-(10'H)-アントラセン-10',9''-(9H)フルオレン]2'-イル}-9-フェニル-9H-カルバゾール(略称:2PCDFha)を用いた本発明の一態様の発光素子(発光素子2)について説明する。発光素子1において用いた有機化合物の構造式を以下に示す。

【0213】

【化17】



【0214】

以下に、本実施例の発光素子2の作製方法を示す。

【0215】

(発光素子2の作製方法)

まず、ガラス基板上に、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物(ITSO)をスパッタリング法にて成膜し、第1の電極101を形成した。なお、その膜厚は110nmとし、電極面積は2mm×2mmとした。ここで、第1の電極101は、発光素子の陽極として機能する電極である。

【0216】

次に、基板に発光素子を形成するための前処理として、基板表面を水で洗浄し、200で1時間焼成した後、UVオゾン処理を370秒行った。

【0217】

その後、 1.0×10^{-4} Pa程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に基板を導入し、真空蒸着

10

20

30

40

50

装置内の加熱室において、170 で30分間の真空焼成を行った後、基板を30分程度放冷した。

【0218】

次に、第1の電極101が形成された面が下方となるように、第1の電極101が形成された基板を真空蒸着装置内に設けられた基板ホルダーに固定し、 10^{-4} Pa程度まで減圧した後、第1の電極101上に、抵抗加熱を用いた蒸着法により上記構造式(i)で表される4, 4', 4'' - (ベンゼン - 1, 3, 5 - トリイル)トリ(ジベンゾチオフェン)(略称: DBT3P - II)、と酸化モリブデン(VI)を共蒸着することで、正孔注入層111を形成した。その膜厚は、60 nmとし、DBT3P - IIと酸化モリブデンの比率は、重量比で4:2(=DBT3P - II:酸化モリブデン)となるように調節した。なお、共蒸着法とは、一つの処理室内で、複数の蒸発源から同時に蒸着を行う蒸着法である。

10

【0219】

次に、正孔注入層111上に、2PCDFhaを20 nmの膜厚となるように成膜し、正孔輸送層112を形成した。

【0220】

さらに、正孔輸送層112上に、2PCDFhaと、上記構造式(iv)で表される3, 5 - ビス[3 - (9H - カルバゾール - 9 - イル)フェニル]ピリジン(略称: 35DCzPPy)と上記構造式(v)で表される(トリス[2 - {5 - (2 - メチルフェニル) - 4 - (2, 6 - ジメチルフェニル) - 4H - 1, 2, 4 - トリアゾール - 3 - イル - N2}フェニル - C]イリジウム(III)(略称: [Ir(mpp tz - dmp)₃])とを、重量比1:0.3:0.06(=2PCDFha:35DCzPPy:[Ir(mpp tz - dmp)₃])となるように30 nm共蒸着した後、35DCzPPyと[Ir(mpp tz - dmp)₃]とを重量比1:0.06となるように10 nm共蒸着して発光層113を形成した。

20

【0221】

その後、発光層113上に35DCzPPyを膜厚10 nmとなるように成膜し、さらに、上記構造式(vi)で表されるバソフェナントロリン(略称: Bphen)を15 nmとなるように成膜して電子輸送層114を形成した。

【0222】

電子輸送層114を形成したら、その後、フッ化リチウム(LiF)を1 nmの膜厚となるように蒸着し、電子注入層115を形成し、最後に、陰極として機能する第2の電極102として、アルミニウムを200 nmの膜厚となるように蒸着することで、本実施例の発光素子1を作製した。

30

【0223】

発光素子1を、窒素雰囲気グローブボックス内において、発光素子が大気に曝されないようにガラス基板により封止する作業(シール材を素子の周囲に塗布し、封止時にUV処理、80 にて1時間熱処理)を行った後、信頼性について測定を行った。なお、測定は室温(25 に保たれた雰囲気)で行った。

【0224】

発光素子1の輝度 - 電流効率特性を図19に、輝度 - 外部量子効率特性を図20に、発光スペクトルを図21に、輝度 - 色度特性を図22に示す。

40

【0225】

以上の結果より、発光素子2は非常に良好な特性を示すことが分かった。2PCDFhaは三重項励起エネルギーが高いために、水色の発光を呈するりん光性化合物を有効に励起、発光させることができることから、発光効率が良好であり、電流効率、外部効率共にすぐれた特性の発光素子を得ることができた。そのため、2PCDFhaは青りん光素子の発光層のホストとして好適に用いることができることがわかった。また、輝度変化に伴う色度変化がほとんどなく、キャリアバランスの良好な発光素子を得ることができた。なお、発光素子1は耐熱性の高い2PCDFhaを正孔輸送層、発光層の両方に用いている

50

ことから、耐熱性の良好な発光素子である。

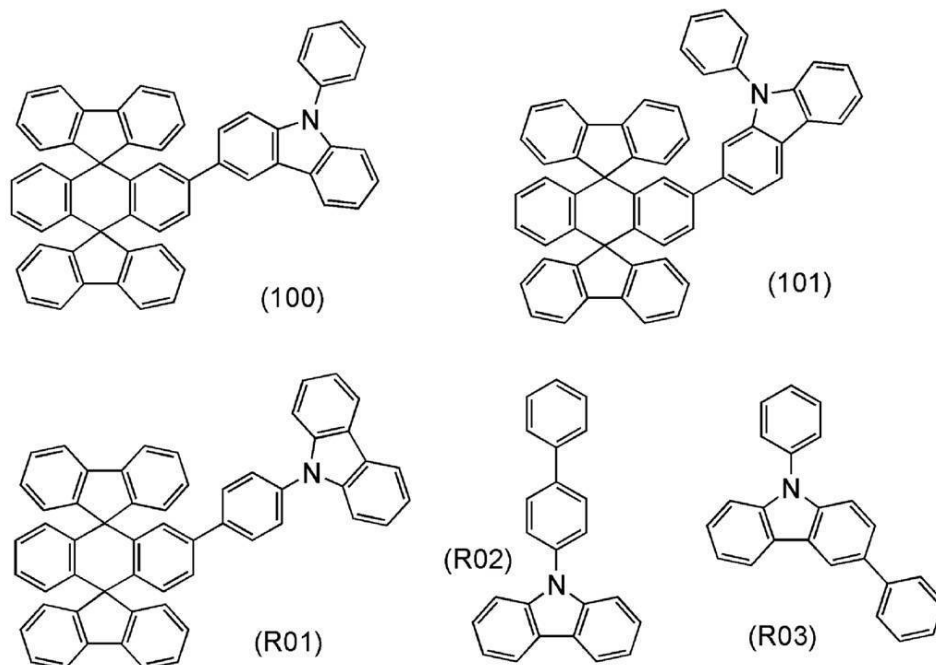
【実施例 4】

【0226】

本実施例では、実施の形態 1 に一般式 (G1) として示した本発明の一態様である化合物 (100)、化合物 (101)、のアントラセン化合物の HOMO 準位、LUMO 準位、HOMO-LUMO 準位間のバンドギャップ (E)、T1 準位を算出した。また比較として比較化合物 (R01) 乃至比較化合物 (R03) についても算出した。これらの構造式を以下に示す。

【0227】

【化 18】



【0228】

計算方法に関しては以下の通りである。なお、量子化学計算プログラムとしては、Gaussian 09 を使用した。計算は、ハイパフォーマンスコンピュータ (SGI 社製、Altix 4700) を用いて行った。

【0229】

まず、一重項における最安定構造を密度汎関数法で計算した。基底関数として、6-311 (それぞれの原子価軌道に三つの短縮関数を用いた triple split valence 基底系の基底関数) を全ての原子に適用した。上述の基底関数により、例えば、水素原子であれば、1s から 3s の軌道が考慮され、また、炭素原子であれば、1s から 4s、2p から 4p の軌道が考慮されることになる。さらに、計算精度向上のため、分極基底系として、水素原子には p 関数を、水素原子以外には d 関数を加えた。汎関数は B3LYP を用いた。また、その構造の LUMO と HOMO の計算をそれぞれ行った。

【0230】

続けて、三重項における最安定構造を計算した。一重項と三重項における最安定構造のエネルギー差から、T1 準位のエネルギーを計算した。基底関数は、6-311G(d,p) を用いた。汎関数は B3LYP である。

【0231】

計算した結果を表 8 に示す。

【0232】

10

20

30

40

【表 1】

略称	化合物No.	HOMO [eV]	LUMO [eV]	ΔE [eV]	T1 [nm]
2PCDfha	(100)	-5.41	-1.10	4.30	451
-	(101)	-5.56	-1.20	4.36	481
2CzPDfha	(R01)	-5.51	-1.22	4.28	461
-	(R02)	-5.50	-1.04	4.46	444
-	(R03)	-5.57	-1.27	4.30	456

【0233】

以上の結果より、これらのアントラセン化合物は比較的浅いHOMO準位とLUMO準位とを有しており、ホール輸送材料として好適なことが分かった。また、十分に高いT1準位を有しており、燐光発光材料のホスト材料として好適であることがわかった。

10

【0234】

特に9-フェニル-9H-カルバゾールの3位がDfha骨格に結合している、化合物(100)はHOMO準位が浅く、ホール輸送材料としてさらに好適であることが分かった。比較化合物(R01)と比較すると、カルバゾールの環を形成している結合位置違いが異なるだけで、HOMO準位が浅くなっており酸化されやすくホール輸送材料として好適であることがわかった。また、T1準位も高くなっているため、青色など短波長の燐光素子のホストとして好適であることがわかった。化合物(101)も、青～緑色の燐光素子のホストとして好適であることがわかった。

20

【0235】

比較化合物(R02)と比較化合物(R03)とを比較しても、9-フェニル-9H-カルバゾールの3位にフェニル基が結合している比較化合物(R02)の方が、フェニルのパラ位置にフェニル基が置換している、ピフェニル-4-イル-9H-カルバゾールである比較化合物(R03)よりもHOMO準位やLUMO準位が浅く、T1準位が高くなっている。そのため、化合物(100)および比較化合物(R01)のHOMO準位やLUMO準位、T1準位はこの比較化合物(R02)の部分や比較化合物(R03)の部分にそれぞれが影響していると考えられる。実際、T1状態のスピン密度分布は、これらの骨格に位置する。図23にスピン密度分布を上記方法で計算した結果を示す。

【0236】

図23に示すように、ホール輸送ユニット(HTU)から、それが結合しているアントラセン骨格中の2位のベンゼン骨格までしかスピンの広がりが広がっていないことがわかった。これは、アントラセンの9、10位がシグマ炭素であるためと、アントラセン骨格に対してフルオレンが90°にねじれて結合しているためと考えられる。そのため、ホール輸送ユニットにフェニルが結合したT1準位に近い、高いT1準位が得られることが分かった。表1より、化合物(100)と比較化合物(R02)のT1準位は、451nm(2.75eV)と444nm(2.79eV)と、0.04eVしか差がみられなかった。そのため、分子量が大きくてもT1が高く、熱物性が良好であると示唆された。

30

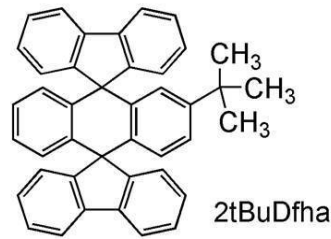
【0237】

なお、Dfha骨格の2'位にターシャルブチル基が結合した、下記構造式で示すtBuDfha(略称)のガラス転移点(Tg)は151である。そのため、Dfha骨格の2'位にアール基が結合した本発明のアントラセン化合物は、それ以上のTgを持つと示唆される。

40

【0238】

【化 19】



【符号の説明】

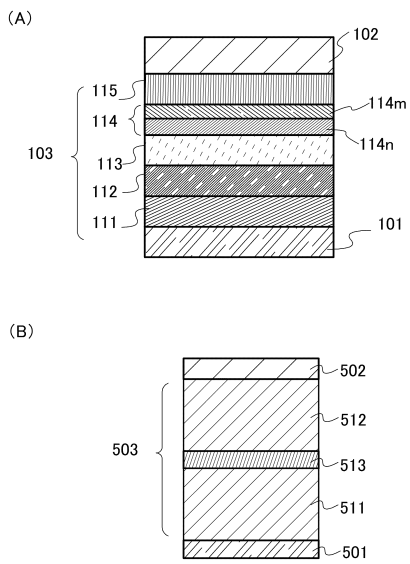
【0239】

101	第1の電極	
102	第2の電極	
103	EL層	
111	正孔注入層	
112	正孔輸送層	
113	発光層	
114	電子輸送層	
115	電子注入層	
400	基板	20
401	第1の電極	
403	EL層	
404	第2の電極	
405	シール材	
406	シール材	
407	封止基板	
412	パッド	
420	ICチップ	
501	第1の電極	
502	第2の電極	30
503	EL層	
511	第1の発光ユニット	
512	第2の発光ユニット	
513	電荷発生層	
601	駆動回路部(ソース線駆動回路)	
602	画素部	
603	駆動回路部(ゲート線駆動回路)	
604	封止基板	
605	シール材	
607	空間	40
608	配線	
609	FPC(フレキシブルプリントサーキット)	
610	素子基板	
611	スイッチング用FET	
612	電流制御用FET	
613	第1の電極	
614	絶縁物	
616	EL層	
617	第2の電極	
618	発光素子	50

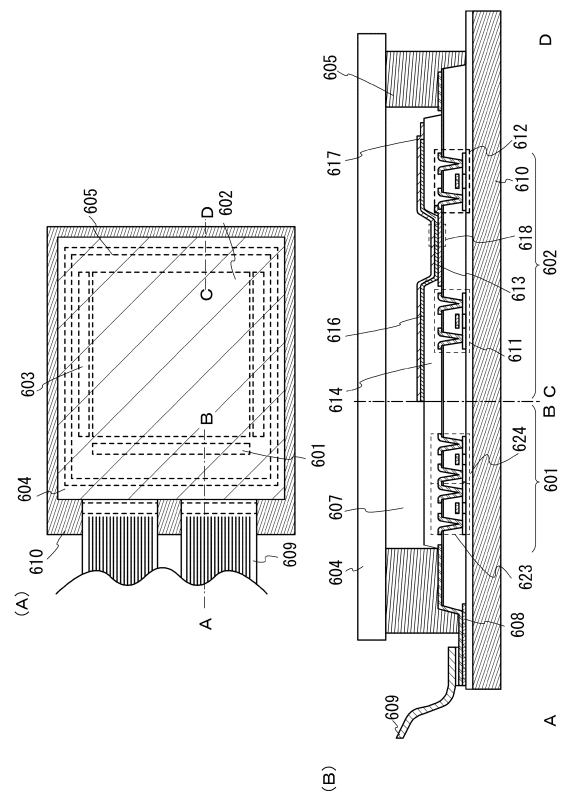
6 2 3	nチャネル型 F E T	
6 2 4	pチャネル型 F E T	
6 2 5	乾燥材	
9 0 1	筐体	
9 0 2	液晶層	
9 0 3	バックライトユニット	
9 0 4	筐体	
9 0 5	ドライバ I C	
9 0 6	端子	
9 5 1	基板	10
9 5 2	電極	
9 5 3	絶縁層	
9 5 4	隔壁層	
9 5 5	E L 層	
9 5 6	電極	
1 0 0 1	基板	
1 0 0 2	下地絶縁膜	
1 0 0 3	ゲート絶縁膜	
1 0 0 6	ゲート電極	
1 0 0 7	ゲート電極	20
1 0 0 8	ゲート電極	
1 0 2 0	第 1 の層間絶縁膜	
1 0 2 1	第 2 の層間絶縁膜	
1 0 2 2	電極	
1 0 2 4 W	発光素子の第 1 の電極	
1 0 2 4 R	発光素子の第 1 の電極	
1 0 2 4 G	発光素子の第 1 の電極	
1 0 2 4 B	発光素子の第 1 の電極	
1 0 2 5	隔壁	
1 0 2 8	E L 層	30
1 0 2 9	発光素子の第 2 の電極	
1 0 3 1	封止基板	
1 0 3 2	シール材	
1 0 3 3	透明な基材	
1 0 3 4 R	赤色の着色層	
1 0 3 4 G	緑色の着色層	
1 0 3 4 B	青色の着色層	
1 0 3 5	黒色層 (ブラックマトリックス)	
1 0 3 6	オーバーコート層	
1 0 3 7	第 3 の層間絶縁膜	40
1 0 4 0	画素部	
1 0 4 1	駆動回路部	
1 0 4 2	周辺部	
2 0 0 1	筐体	
2 0 0 2	光源	
3 0 0 1	照明装置	
5 0 0 0	表示領域	
5 0 0 1	表示領域	
5 0 0 2	表示領域	
5 0 0 3	表示領域	50

5 0 0 4	表示領域	
5 0 0 5	表示領域	
7 1 0 1	筐体	
7 1 0 3	表示部	
7 1 0 5	スタンド	
7 1 0 7	表示部	
7 1 0 9	操作キー	
7 1 1 0	リモコン操作機	
7 2 0 1	本体	
7 2 0 2	筐体	10
7 2 0 3	表示部	
7 2 0 4	キーボード	
7 2 0 5	外部接続ポート	
7 2 0 6	ポインティングデバイス	
7 2 1 0	第2の表示部	
7 3 0 1	筐体	
7 3 0 2	筐体	
7 3 0 3	連結部	
7 3 0 4	表示部	
7 3 0 5	表示部	20
7 3 0 6	スピーカ部	
7 3 0 7	記録媒体挿入部	
7 3 0 8	LEDランプ	
7 3 0 9	操作キー	
7 3 1 0	接続端子	
7 3 1 1	センサ	
7 4 0 1	筐体	
7 4 0 2	表示部	
7 4 0 3	操作ボタン	
7 4 0 4	外部接続ポート	30
7 4 0 5	スピーカ	
7 4 0 6	マイク	
7 4 0 0	携帯電話機	
9 0 3 3	留め具	
9 0 3 4	スイッチ	
9 0 3 5	電源スイッチ	
9 0 3 6	スイッチ	
9 0 3 8	操作スイッチ	
9 6 3 0	筐体	
9 6 3 1	表示部	40
9 6 3 1 a	表示部	
9 6 3 1 b	表示部	
9 6 3 2 a	タッチパネル領域	
9 6 3 2 b	タッチパネル領域	
9 6 3 3	太陽電池	
9 6 3 4	充放電制御回路	
9 6 3 5	バッテリー	
9 6 3 6	D C D Cコンバータ	
9 6 3 7	操作キー	
9 6 3 8	コンバータ	50

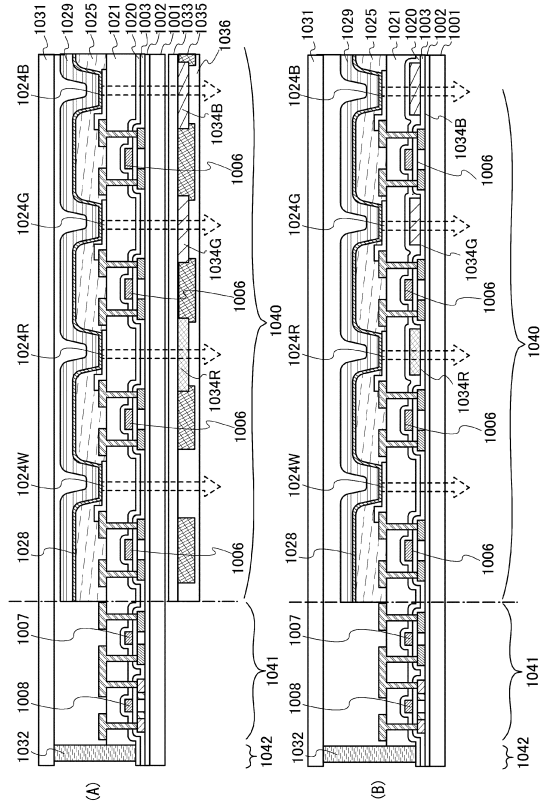
【図1】



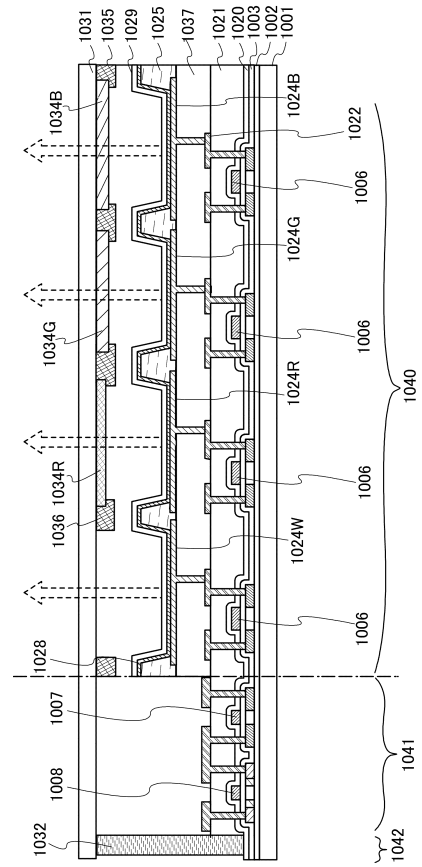
【図2】



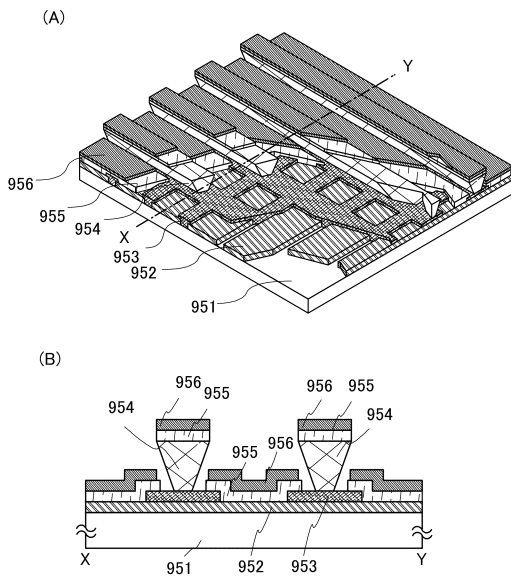
【 図 3 】



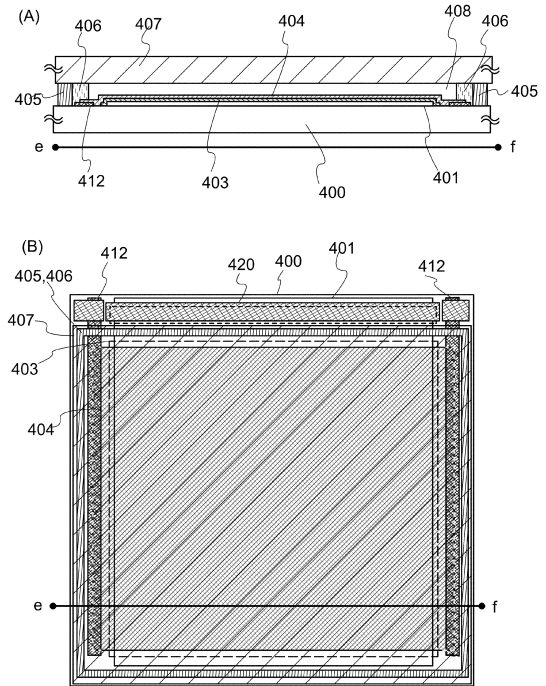
【 図 4 】



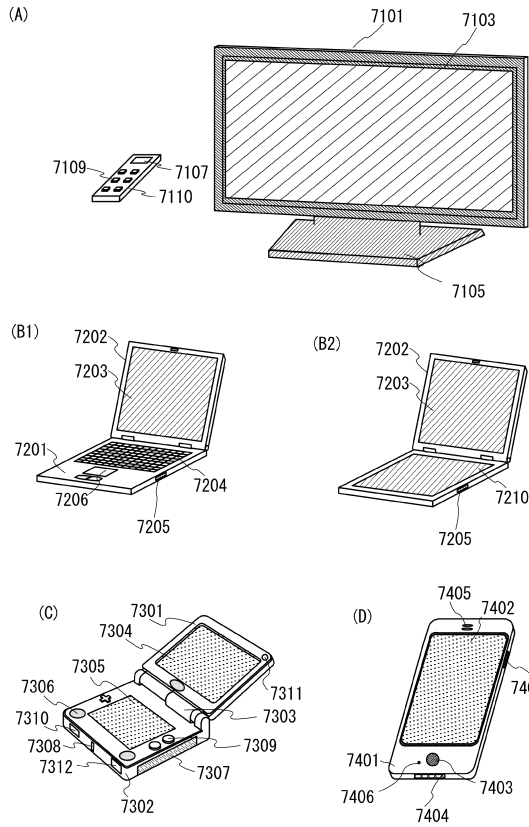
【 図 5 】



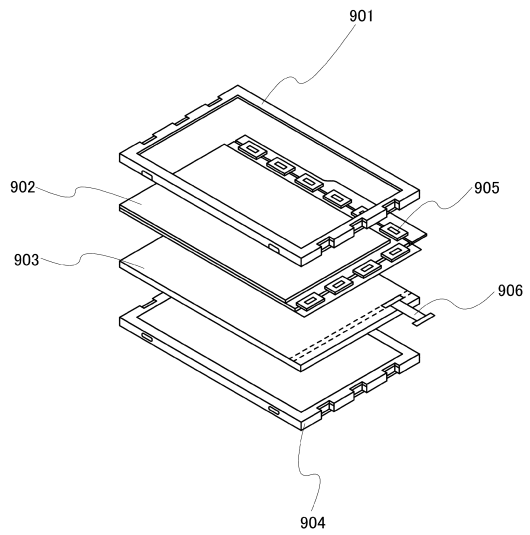
【 図 6 】



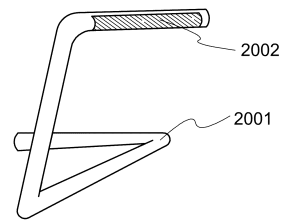
【 図 7 】



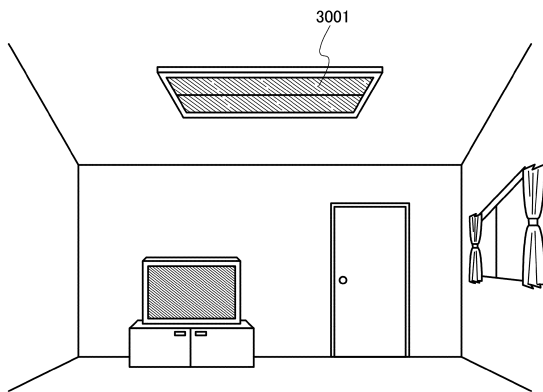
【 図 8 】



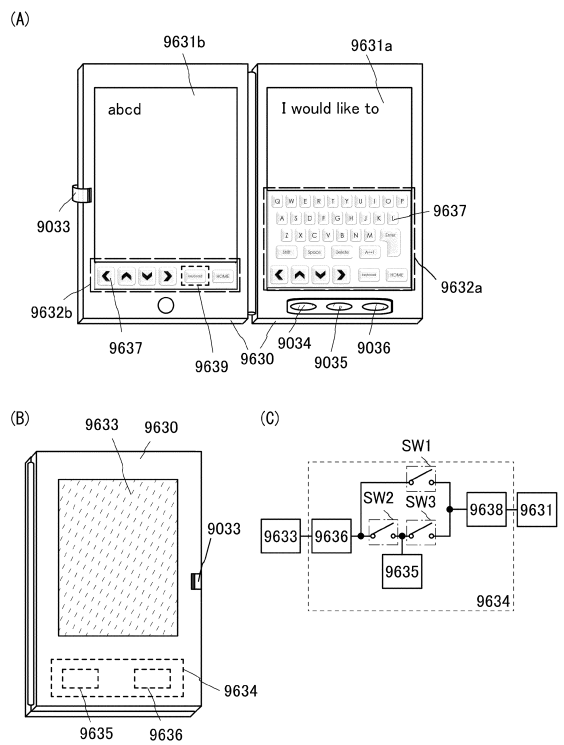
【 図 9 】



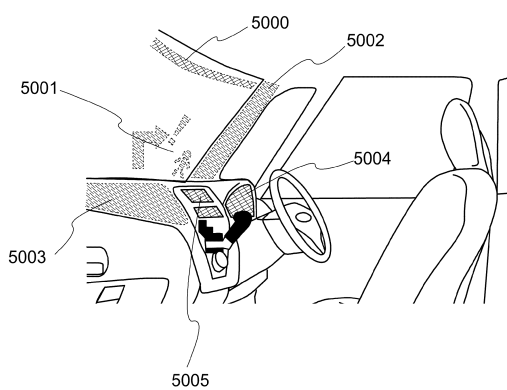
【 図 10 】



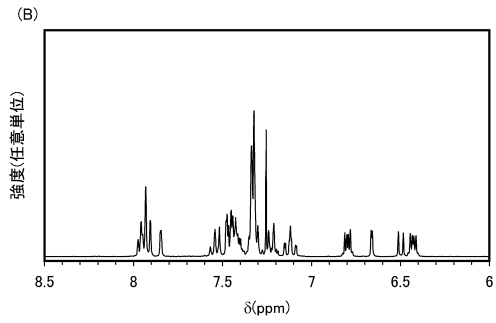
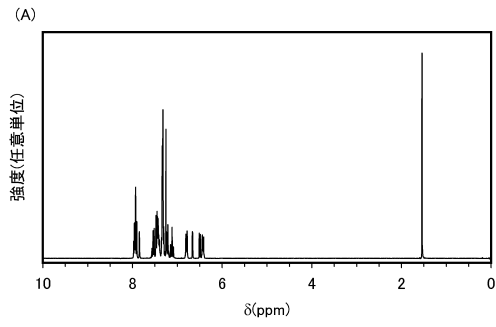
【 図 12 】



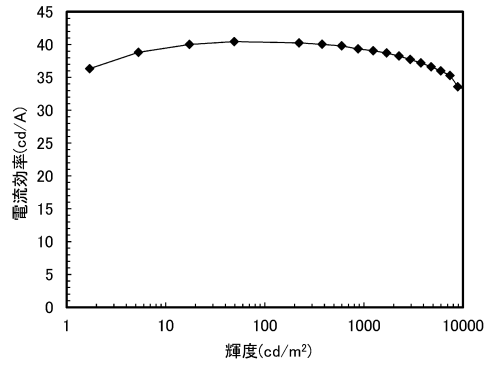
【 図 11 】



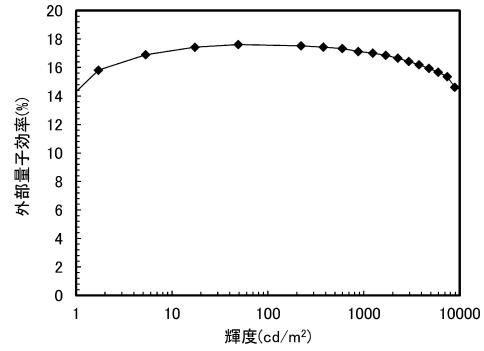
【 図 1 3 】



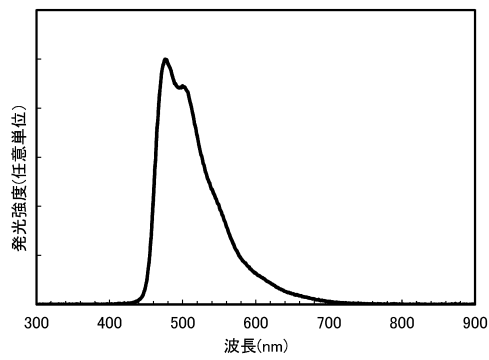
【 図 1 4 】



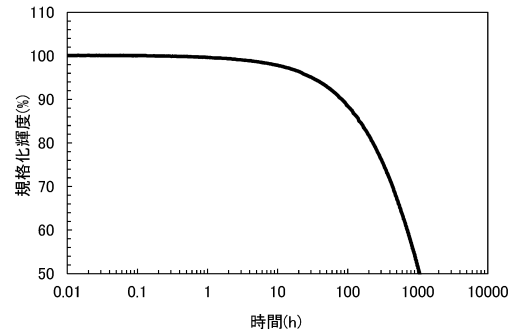
【 図 1 5 】



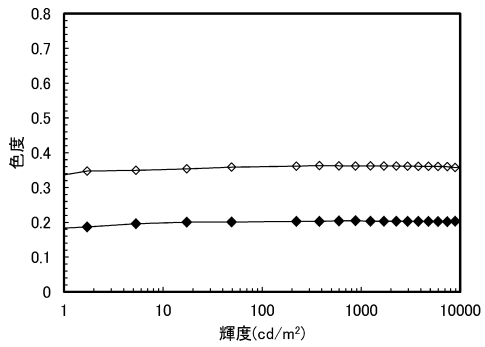
【 図 1 6 】



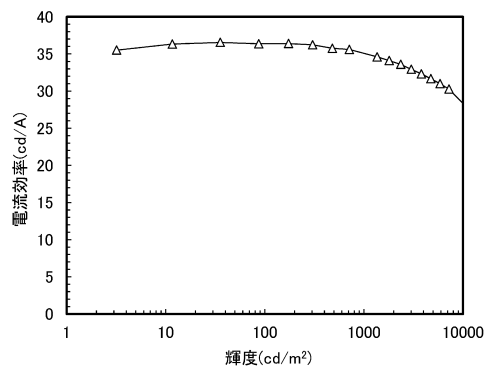
【 図 1 8 】



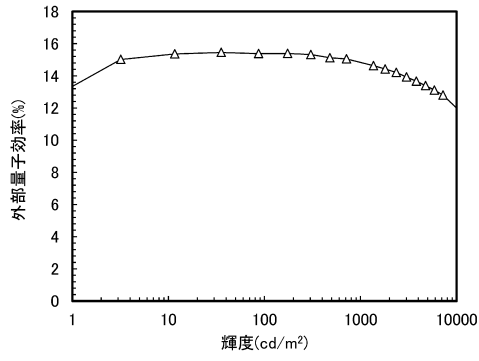
【 図 1 7 】



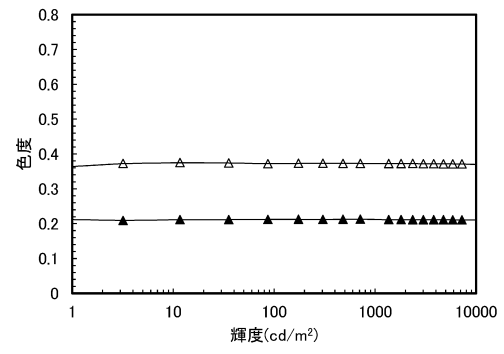
【 図 1 9 】



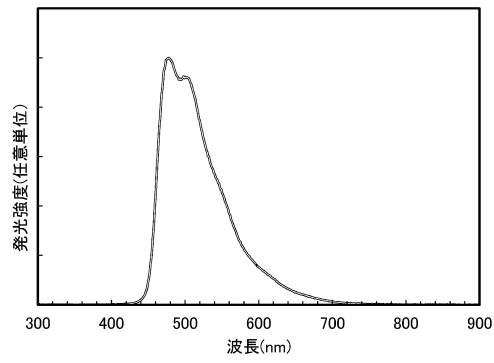
【 図 2 0 】



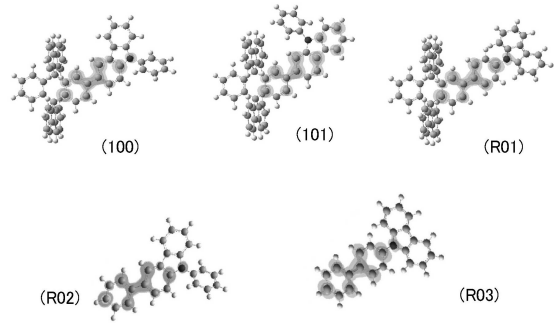
【 図 2 2 】



【 図 2 1 】



【 図 2 3 】



フロントページの続き

審査官 伊藤 佑一

(56)参考文献 特表2004-529937(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C07D

CAplus/REGISTRY(STN)